AGRUPAMENTO DE ESTUDOS DE CARTOGRAFIA ANTIGA

10

SECÇÃO DE COIMBRA

A ASTRONOMIA DE OS LUSÍADAS

POR

LUCIANO PEREIRA DA SILVA

NOVA EDIÇÃO PREPARADA PELA JUNTA DE INVESTIGAÇÕES DO ULTRAMAR
NO IV CENTENÁRIO DA 1.ª EDIÇÃO DE *OS LUSÍADAS*

JUNTA DE INVESTIGAÇÕES DO ULTRAMAR
LISBOA — 1972

A ASTRONOMIA
DE
OS LUSÍADAS

DESTA EDIÇÃO FEZ-SE UMA TIRAGEM À PARTE DE 100 EXEMPLARES NUMERADOS

AGRUPAMENTO DE ESTUDOS DE CARTOGRAFIA ANTIGA

10

SECÇÃO DE COIMBRA

A ASTRONOMIA DE OS LUSÍADAS

POR

LUCIANO PEREIRA DA SILVA

NOVA EDIÇÃO PREPARADA PELA JUNTA DE INVESTIGAÇÕES DO ULTRAMAR
NO IV CENTENÁRIO DA 1.ª EDIÇÃO DE *OS LUSÍADAS*

JUNTA DE INVESTIGAÇÕES DO ULTRAMAR
LISBOA — 1972

Em comemoração do IV Centenário da primeira edição de «*Os Lusíadas*» *decidiu o Doutor Justino Mendes de Almeida que pela Junta de Investigações do Ultramar, a que preside, fosse reeditado um estudo fundamental para a exegese do Poema:* A Astronomia de «Os Lusíadas», *de Luciano Pereira da Silva.*

Publicado inicialmente na Revista da Universidade de Coimbra *(volumes II a IV, 1913 a 1915), de que se fez separata hoje raríssima, e depois integrado nas já pouco vulgares* Obras Completas *do Autor, numa edição da Agência Geral das Colónias que foi preparada pela Faculdade de Ciências da Universidade de Coimbra (Vol. I, Lisboa, 1943, pp. 199-521), o ensaio que neste volume se reedita é um trabalho que pode ser considerado clássico não só entre os estudos camonianos, mas também entre as obras dedicadas à náutica portuguesa de Quinhentos, de que tão largamente se ocupa.*

Professor de Mecânica Celeste na Universidade de Coimbra desde o final do século XIX, seria natural que Luciano Pereira da Silva viesse a interessar-se pela história da Ciência que professava, e em particular pelo estudo comparado dos «sistemas do mundo» que, no declinar da Idade Média e início do Renascimento, se propunham explicar com o maior rigor possível a cinemática do Universo. A leitura assídua e reflectida da epopeia de Camões — a que o teriam talvez estimulado as relações de convivência mantidas com os Doutores José Maria Rodrigues e Gonçalves Guimarães — ter-lhe-iam então sugerido a ideia de empreender a interpretação de todos os versos do Poema com alusões a factos astronómicos, à luz das teorias que o Poeta sem dúvida conheceu. Luciano Pereira da Silva lera, de resto, dois livros do género do trabalho que escreveu, e que podem ter exercido nele considerável influência: L'Astronomia nell'Antico Testamento, *de Schiaparelli, editado em Milão em 1903 (no ano imediato saiu em Giessen uma tradução alemã), que cita numa nota de rodapé do seu ensaio; e um estudo de F. Angelitti sobre as referências*

de Dante a estrelas e a constelações (*)*, que extensamente analisa no final do seu trabalho.*

No entanto, para além de uma sugestão inicial, A Astronomia de «Os Lusíadas» *nada fica a dever a esses presumíveis modelos, em que o seu Autor se teria porventura inspirado. Convirá até salientar que a obra portuguesa não se limita a esclarecer certas subtilezas verbais de Camões, quando estas envolvem interpretações astronómicas actualmente estranhas a quem não possua profundos conhecimentos de história da Astronomia; de facto, a par disso Luciano Pereira da Silva descreve também com alguma minúcia técnicas e instrumentos de observação usuais no século XVI, extracta ou resume trechos de várias obras que o Poeta leu e depois aproveitou no Poema, detendo-se ainda nas regras fundamentais da arte de navegar daquela época. Daí a bivalência, já assinalada, e a importância deste ensaio.*

O texto desta reedição, que foi preparada pelo Agrupamento de Estudos de Cartografia Antiga, é o das Obras Completas, onde já foram introduzidos comentários que o Autor juntara ao exemplar da primeira edição reservado para seu uso pessoal. O Doutor João Pereira Dias, que, como Director da Faculdade de Ciências da Universidade de Coimbra, foi o verdadeiro responsável pela edição das Obras Completas, assinalou aí escrupulosamente o texto intercalado, mandando que ficasse impresso entre colchetes; eliminaremos estas indicações na presente edição por nos parecer inútil fazê-lo, pois estamos convencidos de que o Autor não deixaria de integrar essas adições no texto, se acaso tivesse podido reeditar o seu livro. Acrescente-se que foram mantidas, como era de razão, a ortografia e a pontuação dos passos que a obra transcreve de livros dos séculos XV e XVI (e sempre que possível foram até cotejadas com

---

(*) «Sugli acceni danteschi ai segni, alle constelazioni ed al motto del cieclo stellato ...», na *Rivista de Astronomia*, Vol. VI e VII (1912 e 1913).

os originais); mas que, pelo contrário, se considerou preferível actualizar e uniformizar a ortografia do Autor.

Diremos ainda que se completaram todas as referências bibliográficas que estão incompletas nas duas edições anteriores, quando se encontrou a obra na edição citada por Luciano Pereira da Silva; e, por último, que se introduziram algumas poucas notas para cabal esclarecimento do texto, levando todas elas a indicação de que trata de intromissões do editor.

Universidade de Coimbra, Julho de 1972.

LUÍS DE ALBUQUERQUE

PREFÁCIO

Quanto mais se estudam Os Lusíadas, *mais evidente se torna a verdade com que o poeta, ao terminar o último canto, diz:*

> Nem me falta na vida honesto estudo
> Com longa experiencia misturado,
> Nem engenho, que aqui vereis presente,
> Cousas que juntas se achão raramente.

Com efeito, ele aliava ao seu engenho poético um vasto saber. A este respeito emite o escritor inglês K. G. Jayne, num livro recente e a propósito da estada de Camões em Coimbra, a seguinte opinião (1):

«*A maior parte dos poemas, mais tarde escritos, foram compostos longe de bibliotecas, numa época em que os livros eram preciosidades; apesar disso, ele mostra um completo conhecimento da literatura e mitologia clássicas, da história, da geografia, da astronomia, e das literaturas de Portugal, Espanha e Itália. A sua familiaridade com dezanove autores gregos e latinos, pelo menos, está demonstrada; e alguns deles devem ter sido lidos no original, pois não tinham nunca sido traduzidos. Este saber deve ter sido adquirido em Coimbra, e é*

---

(1) «Most of the poems written later in his life were composed far from libraries, in an age when books were luxuries; yet he shows an intimate knowledge of classical literature and mythology, of history, geography, astronomy and of the literatures of Portugal, Spain and Italy. His familiarity with at least nineteen Greek and Latin authors has been demonstrated, and some of them must have been read in the original, as they had never been translated. This learning must have been acquired at Coimbra; it is a testimonial not only to his diligence and power of memory, but equally to the thoroughness with which Coimbra had realised the ideals of Humanism». K. G. Jayne, *Vasco da Gama and his successors*, *1460-1580*, London, 1910, p. 253.

testemunho não só do seu estudo e da sua memória, mas também da perfeição com que Coimbra realizara os ideais do Humanismo.»

O nosso estudo mostra que Camões tinha um conhecimento claro e seguro dos princípios fundamentais da astronomia, como ela se professava no seu tempo. Ele tinha até por esta ciência um gosto especial, pois o que sobretudo inveja aos que gozam a vida tranquila do campo é poderem dedicar-se à astronomia, como manifesta na Elegia III (1):

Ditoso seja aquele que alcançou
Poder viver na doce companhia
Das mansas ovelhinhas que criou!

Este bem fàcilmente alcançaria
As causas naturais de toda cousa:
Como se gera a chuva e neve fria,

Os trabalhos do Sol, que não repousa;
E porque nos dá a lũa a luz alhêa,
Se tolher-nos de Phebo os raios ousa:

E como tão depressa o Ceo rodea;
E como hum só os outros traz consigo;
E se he benigna ou dura Citarea.

Bem mal pode entender isto que digo
Quem há-de andar seguindo o fero Marte,
Que traz os olhos sempre em seu perigo.

O livro de iniciação na ciência astronómica era, no seu tempo, a Sphaera *de Sacrobosco, de que corriam várias edições latinas comentadas. O* Tratado da Sphera *de Pedro Nunes, publicado em 1537, contém a tradução portuguesa desta obra. Não era, porém, a primeira vez que ela era traduzida. Os manuais náuticos, chamados* Regimentos, *que usavam os nossos marinheiros, eram acompanhados dum* Tratado da spera do mundo, *que era a obra de Sacrobosco,*

(1) É a elegia que começa «O poeta Simonides fallando», a que adiante também nos referimos.

vertida para português, como se vê no Regimento da Biblioteca de Munique (1) *e no* Regimento da Biblioteca de Évora. *Pedro Nunes não se limitou, porém, a traduzir. Acrescentou ao texto original anotações que o modificam em vários pontos. As ideias astronómicas de Camões são as do texto de Sacrobosco, com as modificações contidas nas notas de Pedro Nunes. Assim o* Tratado da Sphera *deste ilustre matemático pode considerar-se a principal fonte astronómica de* Os Lusíadas.

Se a Sphaera *era o livro destinado aos que queriam abordar o estudo da astronomia, os* Reportórios dos Tempos *dirigiam-se ao grande público, que neles encontrava os dados astronómicos necessários à vida prática e as tão apreciadas indicações de astrologia judiciária sobre as várias influências de signos e planetas. O* Reportorio dos Tempos *de Valentim Fernandes, cuja publicação começou pelo ano de 1518 e que parece ter sido a primeira obra portuguesa deste género, era bem conhecido do poeta. A* Chronographia o Reportorio de los Tiempos *de Jerónimo Chaves começou a publicar-se em Sevilha em 1584. O* Reportorio dos Tempos *de André do Avelar é já posterior à morte de Camões, mas em grande parte tradução do livro de Chaves.*

As ideias fundamentais astronómicas expostas nesta obra por Avelar, bem como as que se contêm na sua Sphaerae utriusque, *destinada ao ensino universitário, são as mesmas de* Os Lusíadas. *Assim o sistema astronómico do poema é o que Pedro Nunes professava na Universidade e o mesmo que aqui continuou depois professando André do Avelar.*

Não há que censurar o poeta por não seguir o sistema de Copérnico, cuja obra De revolutionibus orbium coelestium *foi publicada em 1543. A doutrina copernicana, longe de ser logo aceita, foi até ao fim do século XVI objecto de grande discussão. Só no século XVII ela foi definitivamente adoptada depois que Galileu inventou a luneta, com a qual se viram as fases de Vénus, os satélites de Júpiter e as manchas do Sol, que tornaram manifesto o movimento de rotação do globo solar. Não se pode exigir de Camões o que não fez o célebre matemático Pedro Nunes, que, conhecendo a teoria de Copérnico, continuou seguindo a de Ptolomeu.*

---

(1) *Regimento do estrolabio e do quadrante. Tractado da spera do mundo.* Reproduction fac-similée du seul exemplaire connu appartenant à la Bibliothèque Royale de Munich. Munique, Carl Kuhn, 1914. Deve-se a Joaquim Bensaúde a iniciativa desta formosa reprodução.

Nem se podem aceitar apreciações como a de Oliveira Martins, que, depois de transcrever as estâncias X, 81, e I, 21, diz:

«*Mas se a cosmographia é phantastica, a geographia pelo contrario é, por via de regra, verdadeira*» (1).

A cosmografia de Os Lusíadas *não é fantástica. A doutrina de Ptolomeu não foi uma pura fantasia, foi uma verdadeira teoria científica, que se prestava admiràvelmente aos cálculos astronómicos e se manteve enquanto esteve de acordo com os resultados da observação. Depois foi abandonada. Tal é o destino das teorias científicas, que, sendo simples resumos dos factos observados, se vão modificando com o aperfeiçoamento dos meios de observação e o conhecimento de novos factos. É assim que os nomes de Ptolomeu, Copérnico, Kepler e Newton marcaram as transformações sucessivas da ciência astronómica. E continuar-se-á, sem que, nos séculos futuros, as nossas teorias de agora possam ser classificadas de fantásticas. A astronomia de* Os Lusíadas *representa a ciência do tempo, que Camões adquiriu com o seu* «*honesto estudo*».

As indicações astronómicas são sempre feitas pelo poeta numa forma bela e concisa, e com perfeito rigor. É notável, sob este triplo aspecto, a primeira parte de V, 24:

> Mas ja o Planeta que no ceo primeiro
> Habita, cinco vezes, apressada,
> Agora meyo rosto, agora inteiro
> Mostrara, em quãto o mar cortaua a armada:

Esta passagem nunca foi devidamente explicada. Acabámos por averiguar que Camões exprime este facto verdadeiro: nos quatro *meses, decorridos entre a partida de Lisboa e a chegada à Angra de Santa Helena, cinco vezes a Lua passara de quarto crescente a lua cheia, como explicamos no cap. VII. Folheando as páginas do lunário contido no* Almanach perpetuum *de Zacuto, obra famosa impressa em Leiria em 1496, o poeta fixou a sua atenção na tábua relativa ao ano de 1497 e exprimiu naqueles quatro versos a informação assim colhida. É um*

(1) Oliveira Martins, *Camões, Os Lusíadas e a Renascença em Portugal*, Porto, 1891, p. 235.

exemplo notável do seu amor pela verdade e do interesse que os fenómenos celestes lhe mereciam.

As investigações que fizemos a propósito de V, 14:

> Ia descuberto tinhamos diante
> La no nouo Hemisperio noua estrella,
> Não vista deoutra gente, que ignorante
> Algũs tempos esteue incerta della:

levaram-nos ao reconhecimento da origem portuguesa do Cruzeiro do Sul, *que deixamos demonstrada nos caps. IX e X. A descoberta desta constelação e do seu uso náutico revela o saber dos nossos marinheiros. Camões enaltece este honroso facto, que importa tornar bem conhecido.*

Julgamos que deixa completamente esclarecidas todas as passagens astronómicas do poema este nosso trabalho, para o qual também serviu de incentivo entendermos que Os Lusíadas *devem ser aproveitados para o ensino da cosmografia nos liceus. No nosso curso de Mecânica Celeste, da Universidade, que começamos pela história das sucessivas teorias astronómicas até ao aparecimento da lei de Newton, costumamos ler, a propósito do sistema de Ptolomeu, a bela descrição da máquina do mundo do canto X. Assim, em vez de fatigarmos os discípulos com uma árida exposição de excêntricos e epiciclos, os conservamos atentos com prazer e vivamente interessados, sob a influência da arte admirável com que o poeta resume a concepção ptolomaica. Anàlogamente se pode proceder nos liceus. No cap. VII, intitulado «O Zodíaco», se mostra como em* Os Lusíadas *se encontram descritos todos os factos fundamentais da astronomia. As diferentes noções elementares desta ciência poderão ser introduzidas a propósito da leitura das estâncias que a elas se referem. Despertada a curiosidade dos alunos, eles aceitarão com prazer a explicação. A leitura, por exemplo, da estância V, 24, atrás citada, é excelente ocasião para a explicação das fases da Lua.*

É natural objectar-se que Camões segue a doutrina de Ptolomeu e por isso o seu poema não pode já servir para auxiliar o estudo da cosmografia. A objecção não tem valor. Os pedagogistas modernos entendem que o aluno tem de percorrer, nas suas linhas gerais, o mesmo caminho que a Humanidade seguiu na elaboração de qualquer ciência. Em vez de ser um recipiente passivo de teorias já feitas, deve ele ser levado a tomar uma atitude de investigador activo, interessado em bem observar os fenómenos e formular ele próprio as leis naturais.

É o processo de redescoberta. Assim, na astronomia, a observação directa dos fenómenos celestes levá-lo-á primeiro à concepção ptolomaica. A concepção copernicana virá depois naturalmente.

O método de investigação directa, chamado «método de laboratório», desperta um interesse e entusiasmo difíceis de obter por outros meios ([1]). *Para o seu emprego não é necessário um observatório munido de bons telescópios. Basta um lugar de vistas desobstruídas. Começa-se por observações à vista desarmada, feitas com instrumentos elementares, construídos na localidade ou nas oficinas do estabelecimento de ensino, se as há. O astrolábio está naturalmente indicado. Por isso, no cap. VIII explicamos a construção dos astrolábios de madeira que iam nas nossas naus. Os problemas que preocuparam os nossos navegadores são um bom exercício. Os alunos fazem, a princípio, observações simples. Assim aprendem a ver, e colhem, em primeira mão, um bom cabedal de conhecimentos astronómicos, que lhes revela os princípios fundamentais do movimento dos astros. E a leitura das passagens astronómicas do nosso poema nacional construirá um forte estímulo, num ensino assim conduzido.*

O Índice remissivo das estâncias comentadas, *que se junta no fim do volume, além de útil para consultas, fornece uma estatística astronómica de* Os Lusíadas. *O canto V é o que contém o número máximo, 23, de estâncias comentadas, seguindo-se o canto X, com 19. No canto V descreve-se a maior parte da viagem do Gama: a armada vai de Lisboa à ilha de Santiago, passa o equador, toca na Angra de Santa Helena, dobra o Cabo, surge em Moçambique. Tão extensa navegação explica o maior número de observações astronómicas deste canto. O mínimo pertence ao canto IX, que aparece uma só vez no Índice; nele tem lugar a chegada à Ilha dos Amores, e as ninfas fizeram esquecer os astros. Em compensação, o canto X adquire, com a descrição da máquina do mundo por Tétis, uma grande importância astronómica. Os cantos II, I, III, VI, IV, VIII e VII concorrem com 12, 11, 10, 9, 5, 4 e 3 estâncias, respectivamente. No poema há mais referências astronómicas, de que nos não ocupamos, por dispensarem comentário.*

([1]) «The laboratory method of instruction is growing in favor so rapidly with astronomical teachers that there is little occasion for any plea in its behalf. It is a recognized fact that the direct investigation of celestial phenomena gives a vividness and reality to the subject and arouses interest and enthusiasm difficult to obtain by any other means. Indeed, to require the study of the heavenly bodies and provide no means for observing them is somewhat like restricting the student of botany to text-books and to pictures of plants». Mary Byrd, *A Laboratory Manual in Astronomy*, Boston, 1899.

Começámos a publicar A Astronomia de «Os Lusíadas» *na* Revista da Universidade de Coimbra, *1.º número de 1913. Tendo conversado em Setembro de 1912, na praia de Âncora, com o Sr. Dr. José Maria Rodrigues acerca de leituras que a tal respeito andávamos fazendo, incitou-nos ele a começarmos a publicação. E depois, com aquele amor pelo poeta que tão notàvelmente se tem revelado em trabalhos da importância de* As Fontes de «Os Lusíadas», *acompanhou-nos sempre com os seus conselhos e indicações* (1).

O Sr. Dr. Gonçalves Guimarães, com o seu profundo conhecimento da língua latina, prestou-nos um auxílio precioso. Trabalhador infatigável, gosta sempre de ajudar, com o seu muito saber, os que trabalham.

O Sr. Frederico Oom, subdirector do Observatório Astronómico de Lisboa, que à sua grande competência de astrónomo reúne um vivo entusiasmo por Camões, prestou-nos da melhor vontade, sempre que a ele recorremos, o seu valioso concurso.

Ao nosso querido mestre e eminente matemático Sr. Dr. Gomes Teixeira também temos de agradecer o interesse com que acompanhou a publicação do nosso trabalho, chamando-nos a atenção para os estudos do Prof. Angeliti sobre a astronomia de Dante.

Feito a par dum serviço universitário muito intenso, não pode deixar de ter este trabalho faltas e incorrecções que muito agradeceremos sempre que nos sejam indicadas.

(1) José Maria Rodrigues, *As Fontes de* '*Os Lusíadas*', 1 vol., Coimbra, 1905. (Nota do editor.)

Ves aqui a grande machina do mundo,
Eterea, & elemental, que fabricada
Assi foy do saber alto, & profundo,
Que he sem principio, & meta limitada.
Quem cerca em derredor este rotundo
Globo, & sua superficia tão limada,
He Deos, mas o q̃ he Deos ninguẽ o entende,
Que a tanto o engenho humano não se estẽde.

Os Lusíadas, x, 80

I

CAMÕES APRECIADO POR ALEXANDRE DE HUMBOLDT

O grande naturalista alemão Alexandre de Humboldt, nascido em 1769 em Berlim, onde morreu em 1859, publicou, nos últimos anos da sua vida, a célebre obra *Kosmos*, formoso quadro de todo o mundo físico, fruto do seu profundo conhecimento das ciências naturais e da sua vasta erudição literária, adquiridos numa longa vida de estudo e nas suas conhecidas viagens. No primeiro dos capítulos subordinados ao título «Reflexo do mundo exterior na imaginação do homem», cujo assunto é «o sentimento da natureza nas diferentes épocas e nos diferentes povos», ocupa-se de *Os Lusíadas*. A crítica que faz do talento de Camões para descrever a Natureza, que vou tentar traduzir, socorrendo-me o mais possível dos próprios versos do poeta, é como segue:

«Aquela peculiar concepção da Natureza, que tem a sua origem na própria observação, brilha, no mais alto grau, na grande epopeia nacional da literatura portuguesa. Respira-se como que um aroma de flores da Índia através de todo o poema, escrito sob o céu dos trópicos, na gruta de Macau e nas ilhas Molucas. Não me compete confirmar a ousada opinião de Frederico Schlegel, segundo a qual *Os Lusíadas* de Camões 'excedem muito Ariosto em colorido e riqueza de imaginação'; como observador, porém, da Natureza, posso acrescentar que, nas partes descritivas de *Os Lusíadas,* nunca a inspiração do poeta, o ornato da linguagem ou os suaves acentos de melancolia prejudicam a precisão na pintura dos fenómenos físicos; antes, como sucede sempre que a arte brota de fonte pura, realçam a viva impressão de grandeza e verdade dos quadros da Natureza. São inimitáveis em Camões as descrições da eterna correlação entre Céu e Mar, entre as nuvens multiformes, os seus *processus* meteorológicos e os diferentes estados da superfície do

Oceano. Mostra-nos esta superfície ora quando brandos ventos a enrugam e as curtas ondas brilham, espelhando os raios de luz que nelas brincam; ora quando os navios de Coelho e Paulo da Gama, numa temerosa tempestade, lutam com os elementos desencadeados. Camões é, no sentido próprio do termo, um grande pintor marítimo. Como guerreiro, combateu no sopé do Atlas, em terras de Marrocos, no mar Vermelho e no Golfo Pérsico; duas vezes dobrou o Cabo; e, durante dezasseis anos, observou nas costas da Índia e da China, com o profundo sentimento da Natureza de que era dotado, todos os fenómenos do Oceano. Descreve o eléctrico fogo de Santelmo (Castor e Pólux dos antigos marinheiros gregos), 'o lume vivo, que a marítima gente tem por santo'; descreve a ameaçadora tromba em seu desenvolvimento sucessivo: vê 'levantar-se no ar um vaporzinho e sutil fumo', 'e do vento trazido rodear-se', donde desce o delgado cano que se vai acrescentando e se alarga quando 'os golpes grandes de água em si tomada'; a nuvem negra, que sobre ele se espessa,

… despois que de todo se fartou,
O pé que tem no mar a si recolhe,
E pello ceo chouendo em fim voou
Porque coa agoa a jacente agoa molhe:
Aas ondas torna as ondas que tomou:
Mas o sabor do sal lhe tira, & tolhe.

«'Vejão agora os sábios na escritura', diz o Poeta (e di-lo zombando quase até dos modernos tempos), 'que segredos são estes de Natura!', já que, guiados 'só por puro engenho e por ciência', 'julgão por falsos ou mal entendidos' os casos que contam

…os rudos marinheiros,
Que tem por mestra a longa experiencia.

«Mas o talento do inspirado poeta para descrever a Natureza não se manifesta só nos fenómenos isolados; brilha igualmente quando abrange grandes massas duma vez. O terceiro canto desenha, em poucos traços, a configuração da Europa desde as regiões mais frias do norte até ao reino Lusitano e ao Estreito que 'se enobrece co extremo trabalho do Tebano'. Faz constante alusão aos costumes e civilização dos povos que habitam esta tão recortada parte do mundo. Da

Moscóvia, do Império da Alemanha e 'outras varias nações que o Reno *frio* laua', passa ràpidamente para os deliciosos campos de Hélade: 'que criastes os peitos eloquentes e os juízos de alta fantasia'. No décimo canto alargam-se os horizontes. Tétis conduz o Gama a um alto monte para lhe desvendar os segredos da *machina do mundo* e o curso dos planetas (segundo o sistema de Ptolomeu). É uma visão no estilo de Dante; e como a Terra é o centro de todo o movimento, expõe por fim, na descrição do globo terrestre, quanto se sabia dos países então descobertos e das suas produções. Não se trata já de descrever só a Europa, como no canto terceiro; todas as partes do Mundo são passadas em revista, sendo até nomeadas as terras de Santa Cruz (Brasil) e as costas descobertas por Magalhães, 'no feito com verdade portugues, porem não na lealdade'.

«Se louvei Camões principalmente como pintor marítimo foi para significar que a vida terrestre o tinha atraído menos intensamente. Já Sismondi nota, com razão, que o poema inteiro não contém vestígio de qualquer observação sobre a vegetação tropical e o seu aspecto fisionómico. São apenas mencionados os perfumes e produtos comerciais úteis. O episódio da ilha encantada oferece sem dúvida a mais deliciosa pintura duma paisagem; mas a vegetação é formada, como exige uma ilha de Vénus, de 'mirtos, cidreiras, limões odoríferos e romãs': tudo próprio do clima da Europa do sul. No maior dos navegadores marítimos de então, Cristóvão Colombo, encontramos mais gosto pelos bosques das costas, mais interesse pelas formas do reino vegetal; mas Colombo escreve um roteiro, e nota nele as impressões vivas de cada dia, enquanto a epopeia de Camões glorifica os grandes feitos dos Portugueses. Pedir às línguas dos indígenas nomes de plantas e introduzi-los na descrição duma paisagem onde, como sobre um fundo de quadro, se movessem os personagens, pouco podia tentar o poeta habituado a sons harmoniosos».

Eis o que diz Humboldt. Esta opinião de tão eminente autoridade, traduzida do alemão para português por quem o saiba fazer melhor do que nós, devia ler-se, desacompanhada de comentários, em todas as edições escolares de *Os Lusíadas*.

A descrição da grande máquina do Mundo, a que Humboldt chama visão no estilo de Dante, aludindo naturalmente à subida do poeta com Beatriz, no *Paraíso,* através dos nove céus, é o trecho astronómico mais importante de *Os Lusíadas.* Mas por todo o poema há muitas referências a factos astronómicos sempre sob uma forma bela e precisa.

II

O *TRATADO DA SPHERA* DE PEDRO NUNES

1. Para bem se interpretarem os trechos astronómicos de *Os Lusíadas* é preciso ver quais eram as ideias fundamentais da astronomia em Portugal no século XVI.

No tempo de Camões (n. 1525? - m. 1580) a grande autoridade na ciência astronómica era o professor da Universidade Pedro Nunes, cujas obras lhe deram reputação europeia. Nascido em Alcácer do Sal em 1502, o seu nome latino era Petrus Nonius Salaciensis. «Nonius» é o título do capítulo que Delambre lhe consagra na sua *Histoire de l'Astronomie du Moyen Âge*.

Foi nomeado cosmógrafo de el-rei D. João III em Novembro de 1529 e elevado a cosmógrafo-mor em 1547. Tomou o grau de doutor em Medicina na Universidade de Lisboa, onde regeu um curso de Artes (Filosofia moral, Metafísica e Lógica) em três anos lectivos sucessivos, desde o de 1529-1530. Tendo frequentado a Universidade de Salamanca, e parece que também a de Alcalá de Henares, começou a professar, em 1544, as ciências matemáticas na Universidade portuguesa, transferida para Coimbra em 1537. Alternava o serviço de professor com o de cosmógrafo, indo a Lisboa superintender na reformação das cartas de marear e nos exames de mestres e pilotos. Jubilou-se em 1562, falecendo em 1578 (1).

Sobre as épocas em que *leu* na Universidade, diz Diogo Barbosa Machado, na *Biblioteca Lusitana*: «A perspicácia do juízo, e a madureza do talento lhe facilitaram a compreensão das ciências aplicando-se na Universidade de Lisboa às Faculdades de Filosofia e Medicina, e, recebendo nesta as insígnias Doutorais, ditou aquela pelo espaço de três

---

(1) Veja-se Rodolfo Guimarães, *Sur la vie et l'oeuvre de Pedro Nunes*, in *Annaes scientificos da Academia Polytechnica do Porto*, vol. IX, n.os 1-4, e vol. X, n.º 1, e Dr. Teixeira de Carvalho, *Dois capítulos da vida do Doutor Pedro Nunes*, Coimbra, 1916.

anos, que finalizaram em o de 1533. Ambicioso de novas ciências aprendeu as disciplinas Matemáticas, em que saiu consumado professor, sendo o primeiro mestre que ditou Matemáticas em a Universidade de Coimbra, de que se lhe passou provisão da Cadeira a 16 de Outubro de 1544, e nela jubilou a 4 de Fevereiro de 1562.»

Dentre as obras de Pedro Nunes, o *Tratado da Sphera*, publicado em 1537, ano da transferência da Universidade de Lisboa para Coimbra (fig. 1), era naturalmente o livro lido pelas pessoas que queriam conhecer a astronomia como parte integrante duma boa educação geral. Ele mesmo diz na dedicatória ao infante D. Luís:

«... Vendo eu que ho tratado da sphera: & Theorica do sol & da Lua: com ho primeiro liuro da Geographia de Ptolomeu: sam aquelles principios que deue ter *qualquer pessoa que em Cosmographia deseja saber algũa cousa*. Por nam carecerem disso os que nam sabem latim ho tirey em nosso lingoagem. Acrecentei-lhe algũas anotações pera que mays facilmente se podessem entender. Pus lhe ao cabo hũs tratados que compus sobre a Carta de marear: & ho regimẽto da altura: porque não sou tam confiado de minhas cousas que cresse que per si as quereriam ver: & jndo nesta cõpanhia algũa hora per acerto se abrira ho liuro nelles.»

No capítulo iiij, — Dos circulos & mouimentos dos Planetas: & das causas dos eclipses do Sol & da Lua —, lê-se no texto de Sacrobosco, a respeito do movimento do Sol:

«... Assi que destes dous mouimentos resulta ho seu mouimento no círculo dos signos de Ocidente pera Oriente pello qual anda todo o circulo dos signos em trezentos & sesenta & cinco dias: & quasi a quarta parte de hum dia porque lhe falece hũa cousa pequena que não he sensiuel...»

Pedro Nunes faz, à margem, a seguinte anotação:

«Não posso crer q̃ este autor ignorasse quãto vay nisto que ele diz ser insensiuel. Mas fala cõ principiãtes.»

A *Sphaera* de Sacrobosco era, no século XVI, o livro de iniciação nos estudos astronómicos. Camões, que tão bem sabia os princípios fundamentais da astronomia, não podia deixar de conhecer o *Tratado da Sphera* do nosso célebre cosmógrafo e professor. Este livro foi, pois, naturalmente, lido pelo poeta; o certo é que as ideias fundamentais nele expendidas são as que se encontram no poema.

FIG. 1 — Frontispício do *Tratado da Sphera*, tirado do exemplar existente na Biblioteca Nacional de Lisboa. Dimensões do original, sem margens: 0,225m × 0,199m.

Para se compreender a importância deste interessante livro, precisamos conhecer, ainda que ràpidamente, a sua origem.

2. O renascimento da astronomia na Europa resultou do conhecimento das obras dos Árabes, que, desde o século IX, vinham sendo os cultores da ciência dos astros.

Foi Almamon, califa de Bagdad desde 813 a 833, quem mandou traduzir, do grego para árabe, a *Grande Sintaxe Matemática* de Ptolomeu, único dos astrónomos da antiguidade cujas obras chegaram até nós. Desde então a obra é conhecida pelo nome de *Almagesto*. O próprio Almamon fez observações astronómicas, determinando a obliquidade da eclíptica, que achou ser de 23º 33′.

O célebre astrónomo árabe Albaténio vivia pelo ano de 880 (observou nos anos 877-918; m. 929). Este príncipe compôs tábuas astronómicas, referidas ao meridiano de Aracta, para substituir as de Ptolomeu. Escreveu um tratado de astronomia cujo título é, na tradução latina, *Mahometis Albatenii de Scientia Stellarum*. Hiparco (160 antes de Cristo), comparando as suas observações da Espiga da Virgem com as que Timócatis fizera, um século antes, em Alexandria, viu que as estrelas mudavam de posição e pareciam avançar lentamente de ocidente para oriente em relação aos pontos equinociais, descobrindo assim o movimento de precessão dos equinócios, que teve o nome de *movimento dos auges e das estrelas fixas*. Segundo Ptolomeu (140 depois de Cristo), este movimento era de 1 grau em cem anos. Albaténio achou que era de 1 grau em sessenta e seis anos. A obliquidade da eclíptica era, segundo Albaténio, de 23º 35′.

O astrónomo Alfragano, morto em 833 ou 844, adquiriu celebridade com os seus *Elementos de Astronomia*, de que se fizeram três traduções latinas. O título da obra, em latim, é: *Muhamedis Alfragani Arabis Chronologica et Astronomica Elementa*. Segundo o comentador Christmann, Alfragano não fez mais do que copiar Ptolomeu e Albaténio.

O astrónomo Thebit ben Chora (836-901) é o autor da hipótese da *trepidação*, que foi adoptada durante muito tempo, influindo nas tábuas astronómicas até Tycho-Brahe. Para explicar a variação na obliquidade da eclíptica e a desigualdade no movimento das estrelas fixas relativamente aos equinócios, que ele deduzia da comparação das antigas observações, imaginou, em cada equinócio, um círculo cujo raio era de 4º 18′ 43″; o ponto equinocial verdadeiro estava na circunferência deste pequeno círculo, percorrendo-o com movimento uniforme; deste movimento de *trepidação*, ou de *acesso e recesso*, resultava que as

estrelas pareciam ir ora para oriente ora para ocidente, com velocidades desiguais. A hipótese da trepidação acaba por ser, mais tarde, abandonada, mas uma hipótese semelhante reaparece com o movimento de *nutação*, descoberto por Bradley em 1728.

Esta hipótese da trepidação da esfera das estrelas fixas é tratada por Pedro Nunes no seu opúsculo *In Theoricas Planetarum G. Purbachii Annotationes*. É objecto da última anotação, intitulada «De motu octauae sphaerae, secundum Thebit».

O renovamento dos estudos astronómicos começa na Europa com a tradução do *Almagesto*, mandada fazer, em 1230, do árabe para latim, pelo imperador Frederico II. A versão directa do grego para latim só foi feita no século XV, por Trapezuntius.

A obra de astronomia mais espalhada na Europa foi a *Sphaera* de Sacrobosco. João de Sacrobosco era um frade inglês, nascido em Halifax ou Holywood, donde o seu nome latino Joannes de Sacro Bosco ou de Sacro Busto. Tendo estudado na Universidade de Oxford, veio para Paris, atraído pela fama da sua Universidade, e aí ensinou a Filosofia e as Matemáticas, morrendo em 1256. Sacrobosco compôs um resumo do *Almagesto* de Ptolomeu e dos *Elementos de Astronomia* de Alfragano, que intitulou *De Sphaera*. Este livro adquiriu uma tal celebridade que, durante trezentos anos, não se conheceu outro nas escolas. Foi impresso pela primeira vez em Ferrara em 1472 (1).

O tratado *De Sphaera* de Sacrobosco foi *tirado novamente do latim em lingoagem* pelo Doutor Pedro Nunes em 1537. Já havia outras traduções portuguesas. Existe na Biblioteca de Évora um *Tractado de Spera de mũdo tirada de latim em lingoagẽ portugues*. Joaquim Bensaúde descobriu outra mais antiga, na biblioteca de Munique, que está tratando de publicar (2). Mas a versão de Pedro Nunes é acrescentada de anotações que se lêem na margem das páginas, explicando, completando ou corrigindo o texto, segundo as ideias do seu tempo. Entre elas há uma bastante extensa «sobre as derradeiras palauras do Capitulo dos Climas», nas quais Sacrobosco afirma que a largura dos climas diminui à medida que se aproximam do pólo. Como todos os autores vinham repetindo, desde Ptolomeu, esta asserção sem

(1) A *Astronomie* de Lalande diz erradamente que a 1.ª edição é a de Veneza, em 1497.

(2) *Regimento do estrolabio e do quadrante. Tractado da spera do mundo. Reproduction fac-similée du seul exemplaire connu appartenant à la Bibliothèque Royale de Munich*, 1914. (Edição de Joaquim Bensaúde.)

a provarem, Pedro Nunes faz a sua demonstração. Esta anotação foi traduzida para latim e veio acompanhando várias edições latinas de *De Sphaera*. Na Biblioteca da Universidade há um exemplar da *Sphaera Joannis de Sacro Bosco Emendata*, Lutetiae, 1557, onde se encontra essa anotação com o título: «Petri Nonii Salaciensis Annotatio in extrema verba capitis de Climatibus, Elia Vineto interprete», tendo no fim esta nota: «Vernaculo sermone scripsit hoc Nonius, id est, Hispano Portogallico.»

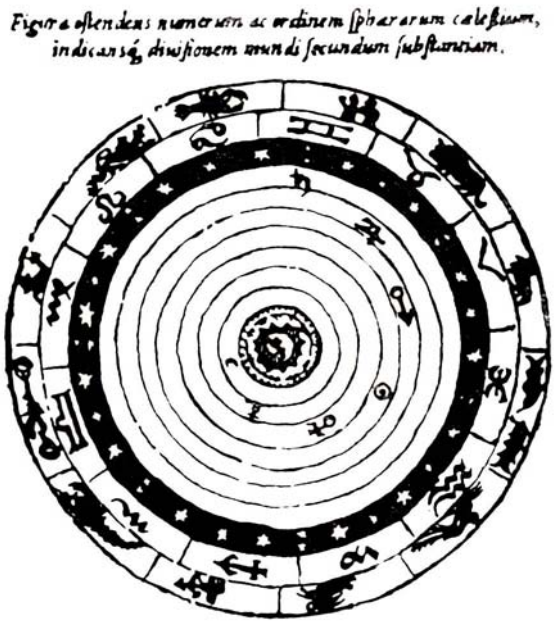

FIG. 2

A mesma anotação, traduzida por E. Vineto, se inclui na edição da obra de Sacrobosco, de Antuérpia, 1566, da qual reproduzimos a figura junta (fig. 2), que mostra a distribuição das dez esferas celestes, como indica o título — *Figura ostendens numerum ac ordinem sphœrarum cœlestium*. No centro, está a Terra, formada pelos quatro elementos: terra, água, ar e fogo. Sobre a esfera do fogo assenta o céu da Lua, seguindo-se os de Mercúrio, Vénus, Sol, Marte, Júpiter e Saturno. Estes são os céus dos sete planetas, ou estrelas errantes, entre as quais se encontram a Lua e o Sol. Sobre eles assenta a oitava esfera, ou firmamento, onde se imaginavam colocadas as estrelas fixas. A esta segue-se a nona esfera, também chamada *cristalino* ou *segundo móbil*, que servia para explicar o movimento de precessão dos equinócios, de ocidente para oriente, então chamado «movimento dos auges e estrelas fixas»; e abrangendo todos, o décimo céu, ou *primeiro móbil*, esfera propulsora do movimento diurno, de oriente para ocidente. As esferas celestes são formadas de uma substância sólida, cristalina, chamada a quinta-essência.

3. Pelo tempo em que Sacrobosco ensinava em Paris, Afonso X, rei de Castela, reunia em Toledo os astrónomos mais hábeis do seu tempo, cristãos, mouros e judeus, de cujos trabalhos resultaram as *Tábuas*

Afonsinas, publicadas em 1252. Os livros astronómicos do rei Afonso, o Sábio, começaram a ser publicados em Madrid, *de Real Ordem*, em 1863. Os magníficos in-fólios têm por título: *Libros del saber de astronomia del Rey D. Afonso X de Castilla, copilados, anotados y comentados por Don Manuel Rico y Sinobas*.

Foi em 1460 que apareceram as *Teóricas dos Planetas* de Purbáquio, livro famoso que teve um sucesso igual à *Sphaera* de Sacrobosco. Jorge Purbáquio, nascido em 1423 em Puerbach, nos confins da Áustria e da Baviera, ensinou as Matemáticas em Viena de Áustria, onde teve por discípulo e sucessor o célebre astrónomo João Müller, de Koenigsberg, donde o seu nome latino Joannes de Monte Régio ou Regiomontanus. A obra mais considerável de Purbáquio são as *Teóricas Novas dos Planetas* (*Theoricae Nouae Planetarum*), onde tentou corrigir Ptolomeu e os astrónomos de Afonso X. Começa pela teórica do Sol, a que se seguem as teóricas da Lua, dos três planetas superiores, de Vénus e de Mercúrio; termina com o estudo do triplo movimento da oitava esfera, onde estão situadas as estrelas fixas, também chamada Firmamento. Purbáquio retoma a opinião da solidez dos céus, rejeitada por Ptolomeu.

Esta obra de Purbáquio teve o mesmo destino da de Sacrobosco, sendo muitas vezes reproduzida e comentada. Entre os comentadores distingue-se Pedro Nunes, com o seu opúsculo *In theoricas planetarum G. Purbachii annotationes aliquot*, publicadas pela primeira vez em Basileia, em 1566 (1). A edição existente na Biblioteca da Universidade é de 1573, juntamente com a obra *De Arte atque ratione nauigandi*. Depois de fazer um resumo de todo este comentário, diz Delambre, a respeito de Pedro Nunes:

«Malgré ces inexactitudes peu importantes, il est encore de tous les commentateurs de Purbach, celui qui était le plus géomètre et le plus soigneux; il est aussi le plus instructif.» (*Histoire de l'Astronomie du Moyen Âge*, Paris, 1819, p. 280.)

---

(1) O A., no artigo «As obras de Pedro Nunes — Sua cronologia bibliográfica», publicado no *Arquivo de História e Bibliografia*, vol. I, 1925, escreveu: «No nosso estudo *A astronomia de* «*Os Lusíadas*», Coimbra, 1915, p. 11, afirmamos, com a autoridade de Barbosa Machado, que a obra *In theoricas planetarum G. Purbachii Annotationes* fora publicada em 1546, quando a verdade é que ela só apareceu seis anos antes da impressão de *Os Lusíadas*. Enfim, para se estudar toda a obra de Pedro Nunes e a sua influência, é preciso estabelecer primeiro a ordem exacta em que foram aparecendo os seus diferentes livros, e essa ordem cremos não restar dúvida ser a que fica exposta. (Nota dos editores.)

As *Teóricas* de Purbáquio eram estudadas em seguimento da *Sphaera* de Sacrobosco, facilitando a compreensão da teoria planetária

THEORICAE

NOVAE Planetarum.id eſt,ſeptem errãtium ſyderum, Necnon Octaui orbis, ſeu firmamenti, Authore GEORGIO Purbachio Germano, Mathematicarum diſciplinarum (olim) interprete ſubtiliſſimo: Nuper ſumma diligentia ORONTII Finei Delphinatis emẽdatæ, Figuris item opportunisſimis,& ſcholĳs non aſpernãdis illuſtratæ,longeq; caſtigatius, quam antea,ipſo curante coimpreſſæ.

A. terra.
B. aqua.
C. aer.
D. ignis.
E. luna.
F. Mercurius.
G. uenus.
H. ſol.
I. mars.
K. Iuppiter
L. ſaturnus.
M. firmamentũ.
N. Zodiacus.

Venundantur Pariſĳs, in vico a ſancto Iacobo, apud Reginaldum Caldarium, ſub homĳnis ſilueſtris inſignio commorantem.

M D XXV.

FIG. 3 — Frontispício da obra de Jorge Purbáqio. Theoricae Novae Planetarum. Dimensões do original, sem margens: 0,155 m × 0,085 m.

de Ptolomeu. No Observatório Astronómico de Coimbra existe uma edição das duas obras conjuntas, publicada em Veneza em 1519, como se vê na última página, de que adiante damos uma reprodução

(fig. 10). Tem no frontispício o titulo *Sphaera Mundi*, que se repete, mais desenvolvidamente, no alto da primeira página:

«SPHERAE MVNDI COMPENDIVM FOELICITER INCHOAT.

Nouitiis adolescentibus: ad astronomicam rempublicam capessendam additum impetrantibus: pro breui rectoque tramite a vulgari vestigio se moto: Ioannis de sacro busto sphaericum opusculum vna cum

FIG. 4

additionibus nonnullis littera A sparsim vbi intersertae sint signatis. Contraque Cremonensia in planetarum theoricas deliramenta Ioannis de monte regio disputationes tam acuratissimae quam vtilis: Nec non Georgii purbachii: in eorundem motus planetarum accuratissimae theoricae: dicatum opus vtili serie contextum: fausto sidere inchoat».

As *Teóricas*, última parte do livro, começam no verso da folha 30, com o título: *Theoricae nouae planetarum Georgii Purbachii astronomi celebratissimi*.

Possuímos uma edição desta obra, feita em Paris, 1525, por Orôncio Fineu, com o título *Theoricae novae planetarum, id est, septem errãtium syderum, necnon octaui orbis. seu firmamenti, authore Georgio Purbachio Germano*, cujo frontispício damos em reprodução fac-similada (fig. 3). Começa pela teórica do Sol, por ser a mais simples, pois o movimento do «lúcido planeta» se explica apenas por um deferente excêntrico, sem necessidade de epiciclo, como mostra a fig. 4, reproduzida do

mesmo livro, à qual acrescentamos, para melhor elucidação, a fig. 5. Se em *De Sphaera* de Sacrobosco se tratou da disposição das dez esferas, como se viu na fig. 2, examina-se na obra de Purbáquio cada esfera em particular, estudando-se os céus de que cada uma se imaginava composta para explicar o movimento do respectivo planeta. A fig. 4 representa a esfera do Sol, isolada das outras. O círculo interior menor, em branco, onde estão as letras *A* e *B*, é o lugar das esferas dos três planetas inferiores Lua, Mercúrio e Vénus; por fora do círculo maior, que limita toda a figura, assentam as esferas dos planetas superiores Marte, Júpiter e Saturno. *A* é o centro da Terra, centro do Mundo. Purbáquio adopta as construções matemáticas de Ptolomeu, mas toma, dos Árabes, os céus sólidos cristalinos. A esfera do Sol compõe-se de três céus, feitos de quinta-essência: os dois representados em negro na fig. 4, num dos quais se lê a letra *F* e no outro a letra *E*, chamados *deferentes do auge do Sol*; e o que fica entre eles, em branco, chamado *deferente do Sol*, por cujo meio corre o círculo *CGD*, percorrido pelo centro, *G*, do Sol no seu movimento anual na eclíptica. Este círculo é excêntrico, isto é, o seu centro *B* não coincide com o centro, *A*, da Terra, de modo que quando o Sol passa em *C* está no seu *auge* ou *apogeu*, à maior distância da Terra, e quando em *D*, no *perigeu*, ponto oposto ao auge, na mínima distância. O corpo do Sol que se vê em volta de *G* está embutido no céu intermédio, o qual é limitado por duas superfícies esféricas com centro comum em *B*. Este último céu é que se move deslizando, de oriente para ocidente, por entre os dois. Para se compreender este movimento, imaginem-se fixos os dois céus, que são a parte negra da figura; escorregando por entre eles, o céu intermédio dá uma volta inteira num ano, arrastando consigo o astro do dia, e por isso se chama *deferente do Sol*, cujo movimento próprio anual assim se explicava.

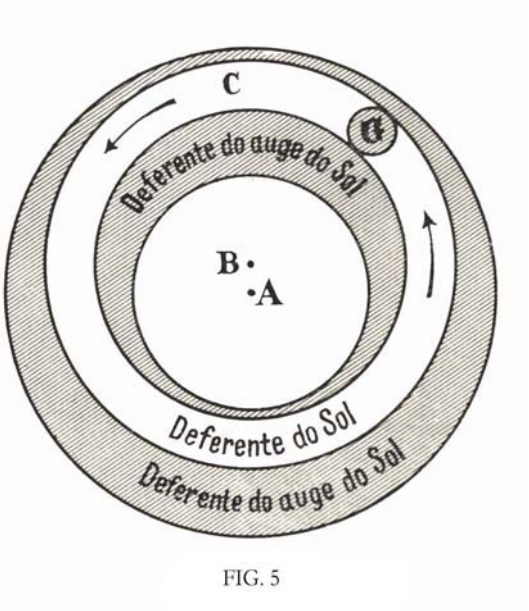

FIG. 5

Por fora das sete esferas dos planetas e da oitava, a das estrelas fixas ou firmamento, moviam-se duas esferas: a nona e a décima (fig. 6). Esta, chamada *primeiro móbil*, girando em torno da linha dos pólos do

equador, de oriente para ocidente, dava uma volta em cada dia, arrastando consigo todas as outras: assim se explicava o movimento diurno de todas as estrelas, fixas e errantes (planetas). A nona, ou *segundo móbil*, movia-se lentamente em torno dos pólos da eclíptica em sentido contrário; assim se explicava a precessão dos equinócios, então chamada «movimento dos auges e estrelas fixas», comunicado pelo segundo móbil ao firmamento e às esferas planetárias. Nesta volta lenta, que, ao tempo de Camões, se supunha completar-se em 49 000 anos, ia também levada toda a esfera solar. Os dois céus (tracejados na fig. 5) entre os quais desliza, com maior velocidade, o *deferente do Sol* para perfazer a sua revolução anual, movem-se ambos de modo que a parte mais delgada do de cima corresponde à parte mais grossa do de baixo (em *C*) e assim levam consigo o auge, que vai mudando de posição relativamente à décima esfera; por isso se chamam *deferentes do auge do Sol*.

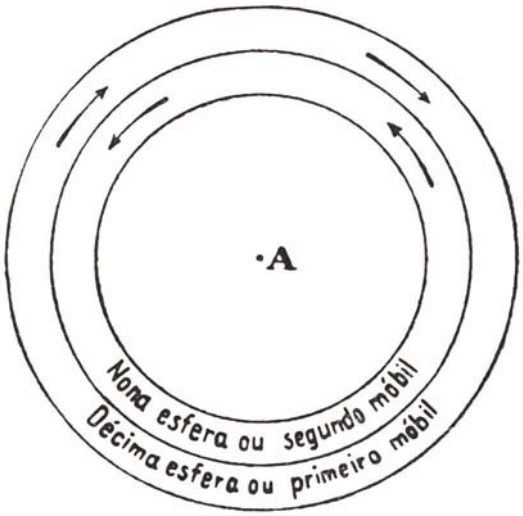

FIG. 6

Como as *Theoricae novae planetarum* eram o compêndio complementar da obra de Sacrobosco, Pedro Nunes, em continuação do *Tratado da Sphera*, traduz as *Teóricas* de Purbáquio, mas limita-se às duas primeiras, a teórica do Sol e a da Lua, naturalmente por julgar isso suficiente para «qualquer pessoa que em cosmographia deseja saber alguma cousa». Transcrevemos o começo da teórica, do Sol. A palavra *auge* indica «o ponto no ecentrico que mais se achega ao firmamẽto»; o auge do Sol é o seu apogeu, o ponto em que mais se afasta do centro da Terra e por isso aquele em que mais se chega à esfera das estrelas fixas. Veja-se a figura no fac-símile, que damos junto (fig. 7), da primeira página da *Teórica do Sol e da Lua*, onde se lê:

«DO SOL

«A esphera do sol he composta de tres particulares ceos: os quaes sam per tal arte situados: que a face de fora do mais alto deles he concentrica ao mundo: mas a face de dentro he ecentrica. O mais baixo

ceo delles he pello contrairo: porque a face de fora que he a canuexo he ecentrica: & a cõcoua que he a de dentro he concẽtrica. Mas o

THECRICA DO SOL E DA LVA TIRADA DE LATIM EM LINGOAGEM PER HO DOCTOR PERO NVNEZ.

DO SOL.

Esphera do sol he composta de tres particulares ceos: os quaes sam per tal arte situados: que a face de fora do mais alto deles he concentrica ao mundo: mas a face de dentro he ecentrica. O mais baixo ceo delles he pello contrairo: porque a face de fora que he a conuexa he ecentrica: & a cõcoua que he a de dentro he concẽtrica. Mas o terceiro ceo jaz antre estes dous: & ho seu conuexo per todas partes se achega ao concauo do mais alto: & ho seu concauo ao conuexo do debayxo. & assi fica este ceo do meo per ambas suas faces ecentrico.

O ponto. a he ho centro do mũdo: & o ponto. b. o cẽtro do ecẽtricolos dous p̃tos representã os deferentes do Auge de sol: & o brãco do meo ho ecentrico ou deferente do Sol.

Chamasse concentrico ao mundo aquelle ceo que tẽ ho mesmo centro q̃ o mundo: & ecẽtrico cujo centro he fora do centro do mũdo

Portanto os dous primeiros ceos: parte sam ecentricos: & parte concentricos. E porq̃ com seu mouimento leuã o auge do sol: chamãse deferentes do auge do sol: mas porẽ o terceiro ceo he de todo

FIG. 7 — Dimensões do original, sem margens: 0,252 m × 0,140 m.

terceiro ceo jaz antre estes dous: & ho seu conuexo per todas partes se achega ao concauo do mais alto: & ho seu concauo, ao conuexo do

debayxo. & assi fica este ceo do meo per ambas suas faces ecentrico ([1]).

«Chamasse concentrico ao mundo aquelle ceo que tẽ ho mesmo centro q̃ o mundo: & ecẽtrico cujo centro he fora do centro do mũdo.

«Portanto os dous primeiros ceos: parte sam ecentricos: & parte concentricos. E porq̃ com seu mouimento leuã o auge do sol: chamãse deferentes do auge do sol: mas porẽ o terceiro eco he de todo ecentrico: & porque mouendose leua consigo ho corpo do sol: que no mesmo ecentrico esta pregado: chamasse por esta razam ceo deferente do sol.

«Estes tres ceos tem dous centros: porque a face conuexa do mais alto: & a concaua do mais bayxo tem hum mesmo centro que he ho vniuersal do mũdo. Pollo qual *toda a inteira esphera do sol & bem assi de qualquer outro planeta he concentrica ao mundo*: mas ho concauo do mais alto & conuexo do mais baixo juntamente com ambas as faces do ceo do meo: tem outro diferente centro q̃ se chama centro do ecentrico.

«Os deferentes do auge do sol fazem seus proprios mouimẽtos tam concertados: que sempre a parte mais delgada do ceo mais alto: anda sobre a mais grossa do ceo mais bayxo: & em hum mesmo tempo fazem suas voltas: conforme *ao mouimẽto da oytaua esphera de que abaixo falaremos*. E os polos deste mouimento sam os polos da eclíptica da oytaua esphera: por quanto ho auge do ecentrico que he deferente do sol: na face da mesma ecliptica continuamente se volue.

«Mas ho deferente do Sol anda cada dia *ordenadamente* per seu proprio mouimento: segundo a socessam dos signos .1. noue [59] meudos [minutos] & quasi oyto segundos daquella circunferencia que se faz sobre ho centro do ecentrico: & passa pollo centro do corpo do sol.»

Este último período é tradução do seguinte: «Sed orbis solare corpus deferens motu proprio super suo centro s. eccentrici *regulariter* secundum sucessionem signorum quotidie .lix. minutis et octo secundis fere de partibus circumferentiae per centrum corporis solaris vna reuolutione completa descriptae mouetur.» Pedro Nunes traduz aqui

([1]) A anotação à margem diz: «O ponto .a. he ho centro do mũdo: & o ponto .b. o cëtro do ecëtrico: os dous pretos representã os deferentes do Auge do sol & o branco do meo ho ecentrico ou deferente do Sol.»

regulariter por *ordenadamente*; para designar o movimento uniforme emprega indistintamente os adjectivos: *igual*, *regular* ou *ordenado*. Assim, no verso de Camões,

Que tambem nelle tem curso ordenado,
(X, 87).

curso *ordenado* quer dizer movimento uniforme.

Até ao ano de 1609, em que Kepler publicou a sua obra *De Stella Martis*, que marcou uma época nova na história da Astronomia, o movimento dos planetas decompunha-se em movimentos simples, cada um dos quais era circular e uniforme. Assim se fez na Antiguidade, assim também através da Idade Média, e o mesmo fez Copérnico. O movimento circular e uniforme, explicando os movimentos observados dos astros, foi o princípio fundamental da astronomia teórica até Kepler.

O primeiro planeta de que trata Purbáquio é o Sol, que ocupa a quarta esfera, entre a de Vénus e a de Marte:

O claro olho do ceo no quarto assento,
(X, 89).

Para vermos a necessidade da consideração do deferente excêntrico, reproduzimos a figura da 3.ª página da *Teórica do Sol*, de Pedro Nunes (fig. 8), a qual resumimos, para maior comodidade, na fig. 9. O movimento próprio do Sol executa-se entre os dois céus chamados *deferentes do auge do Sol* (marcados a preto na figura fac-similada), como entre dois muros. O céu intermédio, chamado *deferente do Sol*, desliza entre os dois de ocidente para oriente, descrevendo em cada dia um ângulo de 59′ e quase 8″, arrastando consigo o Sol, que assim executa uma revolução completa em 365 dias e um quarto, aproximadamente.

Mas o centro *b* do deferente do Sol não coincide com o centro *a* da Terra. Como se vê na figura e se lê na anotação da página, de que damos um fragmento em fac-símile, a arcos iguais *cd* e *ef* do deferente do corpo do Sol correspondem no seu centro *b* os ângulos iguais *cdb* e *ebf*; mas correspondem-lhes no centro do mundo *a* os ângulos desiguais *hag* e *iak*. O ângulo *iak* é maior que *ebf*; e o ângulo *hag* é menor que *cbd*. Enquanto, pois, o Sol descreve os dois arcos iguais *cd* e *ef* do seu deferente, parece ao observador, colocado na Terra em *a*, descrever os arcos desiguais da eclíptica *[hg* e *ik]*. O plano do círculo que descreve

o centro do Sol intersecta na oitava esfera a circunferência que é a eclíptica da oitava esfera, linha média do Zodíaco.

O ponto *c* é o *auge* do Sol *(Aux solis)*, ou a sua maior *longura*; é o ponto de maior distância à Terra. O ponto *e* é o contrário do auge

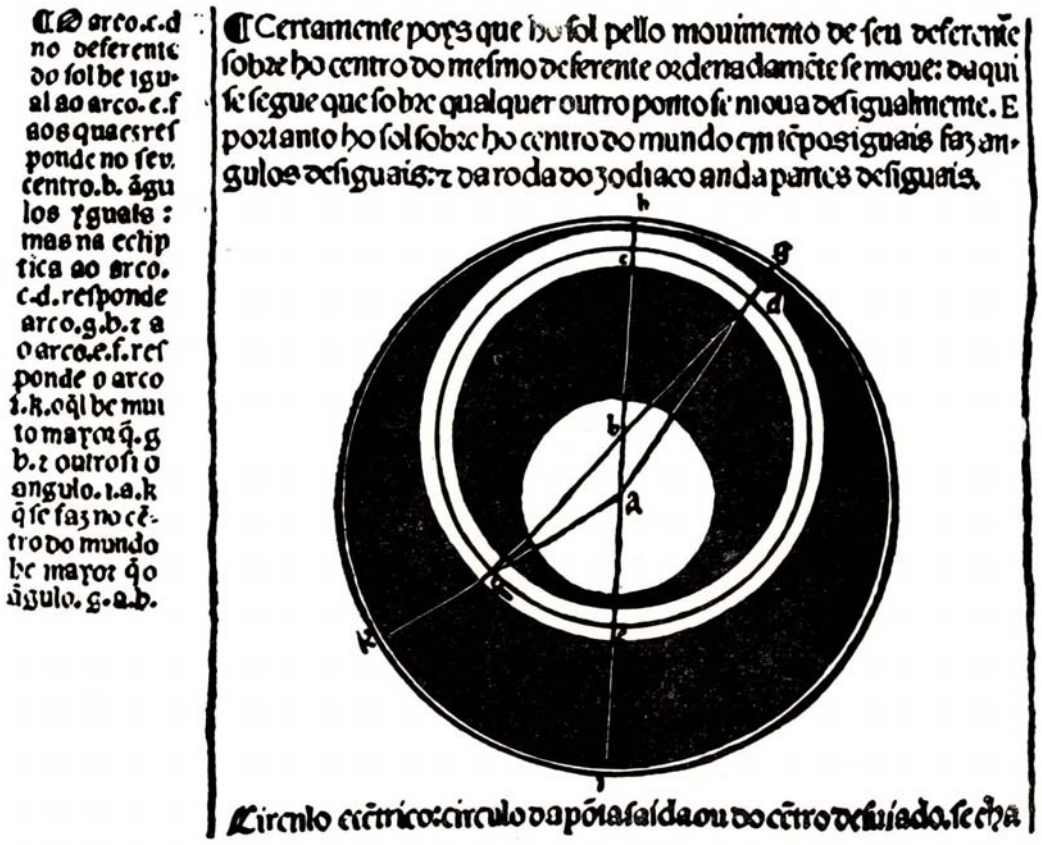

FIG. 8 — Fragmento da terceira página *Theorica do Sol*
com a figura ilustrativa da teoria do excêntrico. Largura do original, sem margens: 0,170 m.

(Oppositum augis); é o ponto em que menos dista da Terra, o seu perigeu. O Sol, visto da Terra, atinge a máxima velocidade no perigeu e a mínima no apogeu. A hipótese do excêntrico explica assim a desigualdade do movimento próprio do Sol, por um movimento uniforme em torno dum ponto situado fora do centro da Terra.

É o que se lê no texto:

«Certamente poys que ho sol pello mouimento de seu deferente sobre ho centro do mesmo deferente ordenadamẽte se moue; daqui

se segue que sobre qualquer outro ponto se moua desigualmente. E portanto ho sol sobre ho centro do mundo em tẽpos iguais faz angulos desiguais: & da roda do zodiaco anda partes desiguais.»

Purbáquio, enumerando os *orbes* que compõem a esfera de cada planeta, diz, a respeito do Sol e da Lua: «Sol habet tres orbes», «Luna habet orbes quattuor et vnam sphaerulam». Os planetas superiores Marte, Júpiter e Saturno têm três orbes, como o Sol: «Quilibet trium superiorum tres orbes habet a se diuisos secundum imaginationem trium orbium Solis». Nas teóricas de Vénus e Mercúrio lê-se: «Venus tres habet orbes cum epicyclo», e «Mercurius habet orbes quinque et epicyclum».

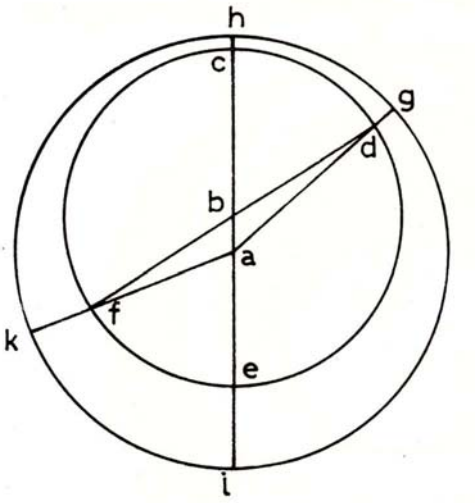

FIG. 9

Pedro Nunes diz: «A esphera do Sol he composta de tres particulares ceos»; e começa a teórica da Lua: «A esphera da Lua tem em si quatro ceos».

Traduz, pois, orbes por céus; e usa a palavra esfera para designar o conjunto dos céus de cada planeta. Este uso distinto dos termos é próprio duma exposição didáctica.

Camões emprega as palavras: *esfera*, *céu* e *orbe*, mas indistintamente, como é natural num poeta, que tem de atender primeiro ao ritmo do verso.

No canto II, Vénus sobe à sexta esfera, que é a de Júpiter, depois de *recebida* na terceira, que é a sua, para lhe pedir que proteja a armada portuguesa:

Ia penetra as Estrellas luminosas,
Ia na terceyra Esphera recebida
Auante passa, & la no sexto Ceo
Pera onde estaua o Padre, se moueo.

(II, 33).

Aqui *céu* e *esfera* têm a mesma significação que Pedro Nunes dá ao termo *esfera*. No décimo canto, descrevendo o globo, «transunto reduzido» do mundo, diz Tétis:

> *Qual a materia seja, não se enxerga,*
> *Mas enxergasse bem, que estâ composto,*
> *De varios orbes, que a diuina verga*
> *Compos, & hum centro a todos so tem posto:*
>
> (X, 78).

Nestes versos os orbes são *todos* concêntricos ao mundo. Mas Tétis continua adiante:

> *Em todos estes orbes, differente*
> *Curso veras, nũs graue, & noutros leue:*
> *Ora fogem do centro longamente,*
> *Ora da terra estão caminho breue,*
>
> (X, 90).

Agora os orbes são excêntricos. Parece haver contradição, mas não há. Na primeira estância, os orbes são as esferas completas; na segunda os orbes são os *céus* excêntricos dos planetas.

Na transcrição que atrás fizemos da teórica do Sol, sublinhámos a passagem: «toda a inteira esphera do sol & bem assi de qualquer outro planeta he concentrica ao mundo.» Vimos, com efeito, o conjunto dos três céus do Sol contido entre duas superfícies esféricas concêntricas ao Mundo; e o mesmo sucede com o conjunto dos céus de cada planeta. Além das sete esferas planetárias, há a oitava, a nona e a décima; estas são concêntricas, não contendo mais de um céu. Sobre as dez esferas móveis está a do Empíreo, imóvel e concêntrica. Camões, abrangendo, na estância 78, toda a máquina do Mundo, considera a esfera de cada planeta no seu conjunto; aqui os *orbes* são as onze esferas e, portanto, são todos concêntricos.

Na estância 90, Camões, que acaba de fazer uma admirável enumeração de todas as esferas planetárias, passa a considerar em particular os seus movimentos e distingue então os céus excêntricos, característicos dos planetas. Já nos dois primeiros versos se refere aos céus deferentes dos planetas, os quais têm curso variável, desde o deferente de Saturno, o mais «*grave*», que faz a sua volta em 30 anos, até ao deferente do epiciclo da

Lua, o mais «*leve*», cuja revolução se faz em 27 dias e 8 horas. Todos estes deferentes são, como o do Sol, *orbes* excêntricos; ora estão afastados «*longamente*» do centro do Mundo, no ponto do *auge*, ou apogeu; ora estão *caminho* «*breve*», no ponto contrário do auge, ou perigeu.

Enquanto ao movimento dos dois céus deferentes do auge do Sol, diz Pedro Nunes que «em hum mesmo tempo fazem suas voltas: conforme ao *mouimẽto da oytava esphera de que abaixo falaremos*». Mas depois não fala.

Ora Purbáquio diz, com efeito: «& aeque cito circumeunt (orbes deferentes augem Solis) secundum mutationem motus octauae sphaerae: *de quo posterius dicendum erit*». E ocupa-se, na verdade, da teórica da oitava esfera no capítulo final, intitulado: «De motu octauae sphaerae».

Como Pedro Nunes traduz apenas os dois primeiros capítulos, teóricas do Sol e da Lua, não chega a ocupar-se do movimento do firmamento, o que faz em outras obras.

Adiante tratamos deste assunto em especial.

4. Tendo traduzido a *Teórica do Sol* e a *Teórica da Lua* de Purbáquio, faz Pedro Nunes, em seguida, a versão do primeiro livro da *Geografia* de Ptolomeu. E acrescenta por fim dois tratados originais seus sobre a carta de marear.

No Observatório Astronómico da Universidade existe um manuscrito com a tradução francesa destes dois tratados, tendo respectivamente os títulos: *Traité que le Docteur Pierre Nunes fit sur certaines douttes de la navigation* e *Traité que le Docteur Pierre Nunes cosmographe du Roy notre Sire a faict pour la deffence de la carte de naviguer avec le regiment de la haulteur*. Há também uma cópia manuscrita de todo o *Tratado da Sphera*.

Exemplares impressos deste tratado conhecemos apenas o da Biblioteca Nacional de Lisboa, e sabemos que há um exemplar na Biblioteca da Academia das Ciências de Lisboa e outro na Biblioteca de Évora.

O Governo Português devia mandar fazer uma edição de todas as obras de Pedro Nunes, pondo-as assim ao alcance dos estudiosos, enriquecendo a literatura matemática nacional e prestando uma homenagem merecida a este ilustre homem de ciência do século XVI, que, não se ocupando da astronomia apenas sob o ponto de vista puramente especulativo, teve principalmente em vista as suas aplicações à arte de navegar, colaborando com o seu saber na realização da nossa função histórica dum povo de navegadores descobridores.

Ele mesmo o declara no *Tratado em defensam da carta de marear*, no capítulo «Como se tomara a altura do polo em todo tempo que ouuer sol»:

«... E vindo ao seruiço do muito escrarecido & muito excelẽte principe o Infante Dõ Anrique: pera o instruir nas sciencias mathematicas: lhe fiz disso figura & demostração em plano. E despois no anno de .1533. em euora: dey a el Rey nosso senhor o regimento escripto em hũa folha de papel: & perante sua alteza tomey a altura do polo da dita cidade ja tarde: pouco tẽpo antes do sol posto: & achey q̃ era .38. graos & quasi hũ terço. E porque ate ora o mais do tempo fuy doente: & o dito regimento q̃ assi escreui: tinha necessidade de algũa mais decraração pera se poder praticar ho não comuniquey a todos: posto q̃ meu desejo sempre fosse & he: *tirar-se de minhas letras algum fructo pera esta arte de nauegar*.»

A arte de navegar é objecto da sua obra *De Arte Atque Ratione nauigandi libri duo*, de que existe na Biblioteca da Universidade a edição de Coimbra de 1573.

Na Imprensa da Universidade de Coimbra começou a fazer-se, em 1814, a reimpressão do *Tratado da Sphera* de Pedro Nunes, como consta do vol. VII do registo das férias dos oficiais que trabalharam nas obras impressas por conta da casa, que nos mostrou o actual director, Dr. Joaquim Martins Teixeira de Carvalho, assim como um papel avulso do arquivo, onde se lê, numa lista de obras por concluir, principiadas em várias épocas, «Pedro Nunez — Tratado da Sphera — O original está nesta Biblioteca; é MS.». Este manuscrito, que já não está na biblioteca da Imprensa, é o do Observatório Astronómico. Infelizmente a reimpressão interrompeu-se, e nem existem as meias-folhas impressas, a que se refere o registo das férias (1).

Francisco Maria Esteves Pereira publicou, na *Revista de Engenharia Militar* (Maio de 1911 a Fevereiro de 1912), o *Tratado em defensam da carta de marear*, dando o exemplo do que há a fazer com as outras obras do insigne matemático (2).

---

(1) Existe uma colecção destas folhas impressas na Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra, Secção de Reservados, cota R-54-8. (Nota do editor.)

(2) A tarefa de publicar as *Obras* de Pedro Nunes foi iniciada em 1940 pela Academia das Ciências de Lisboa. Foram até o momento publicados os volumes: I, *Tratado da Sphera, & Astronomia*

5. Temo-nos ocupado do *Tratado da Sphera* como livro lido por Camões.

Vamos citar uma outra obra que se ocupa também de astronomia e que devia ser do conhecimento do poeta. É a *Margarita Philosophica totius Philosophiae Rationalis, Naturalis & Moralis principia dialogice duodecim libris complectens*, de Gregório Reisch, prior de uma cartuxa, perto de Friburgo. Os três primeiros livros tratam do *triuium*: gramática, dialéctica e retórica; os quatro seguintes do *quadriuium*: aritmética, música, geometria e astronomia. A astronomia é, pois, o objecto do livro VII. Esta *pérola filosófica*, enciclopédia do tempo, era universalmente conhecida e apreciada. (Primeira edição de 1503.)

Na Biblioteca da Universidade existem as edições de 1504, 1517 e 1535. Esta última edição, de Basileia, é revista pelo professor Orôncio Fineu, do Colégio Real de França, o mesmo contra quem Pedro Nunes escreveu o opúsculo *De erratis Orontij Finoei, Regii Mathematicarum Lutetiae Professoris*.

Da *Margarita Philosophica* reproduzimos adiante duas gravuras (figs. 15 e 17) que, ilustrando o assunto de que nos ocupamos, têm também o interesse de serem coevas de Camões e, naturalmente, por ele contempladas.

Introductorii de Sphaera Epitome (1940); II, *De Crespusculis* (1943); III, *De Erratis Orantii finaei. Regii Mathematicarum Lotetiae Professoris* (1960); e VI, *Libro de Algebra en Arithmetica y Geometria* (1940). (Nota do editor.)

III

O TRIPLO MOVIMENTO DA OITAVA ESFERA

1. O capítulo primeiro do *Tratado da Sphera* começa pela definição da esfera, e continua depois:

«Duas diuisões ha da sphera: a primeira he sustancial & a segũda he acidẽtal. Sustãcialmẽte se diuide a sphera em .ix. spheras .s. em a nona que he o primeyro mobile: em a sphera das estrelas fixas que se chama o firmamẽto: & em sete spheras de sete pranetas. Das quaes hũas sam mayores: & outras menores: segundo q̃ mais se chegã ou se apartã do firmamẽto. E por tãto a sphera de saturno he a mayor & a da lua he a menor como na figura parecera.»

Esta constituição da «machina do mundo» por nove esferas, cercando a Terra, sobre as quais assenta o Empíreo, é a de *O Paraíso* de Dante, poema do começo do século XIV.

Pedro Nunes faz, a esta passagem do texto de Sacrobosco, a seguinte anotação, na margem da página:

«Chamãsse *[estrelas]* fixas porque estão sempre em hũa mesma distancia de nos por estarẽ todas ẽ hũ soo ceo q̃ he o oytauo: o qual per razam dellas se chama firmamento & amostrãsenos estas estrellas sempre per hũas mesmas figuras & guardã o mesmo sitio as quaes cousas nã ha nos planetas. E segũdo a comũ escola dos astrologos a nona esphera não he primeiro mobile mas segundo & ho decimo he ho primeiro: & nestes dous ceos de cima nã ha estrellas & por tanto não se comprehende pello sentido se não per razã porq̃ experimentamos os seus mouimentos na .8. *[na oitava esfera]* que não sam proprios a ella.»

Temos pois, agora, mais uma esfera. A oitava é envolvida pela nona, que é o segundo móbil; e a nona esfera pela décima, que é o primeiro móbil.

Tal é a «machina do mundo» de *Os Lusíadas*, poema do século XVI. Camões segue a «comũ escola» dos astrónomos do seu tempo.

Na folha seguinte, lê-se no texto:

«Junto da regiam dos elementos: esta logo a regiam celestial lucida: & pello seu ser ĩmudauel he liure de toda mudança: tẽ contino mouimento circular: & chamaranlhe os philosofos Quinta essencia. Sam noue spheras como acima dixemos: conuem a saber. Sphera da Lũa: de Mercurio: de Venus: do Sol: de Mars: de Jupiter: de Saturno: das estrellas fixas: & a do derradeiro ceo & cada hũa das de cima cerca as debayxo. Tem dous mouimẽtos ho primeiro he do derradeiro ceo: & fazse sobre os dous cabos do eyxo .s. polo Artico & Antartico: começa de oriente: vay a ocidẽte & torna outra vez a oriẽte: & este mouimẽto parte por meo ha equinocial. Ho outro mouimento he das spheras debaixo: contrairo ao primeiro per oblico: tem proprios eyxos sobre que se faz: os quaes estã apartados dos primeiros per .23. graos & .33. meudos. Mas o primeiro mouimento moue & leua com seu ympeto todallas outras Spheras & em hũ dia cõ sua noite fazẽ per derredor da terra hũa reuolução. E porem ellas sem embargo deste mouimento: andão em contrayro. A oytaua Sphera em cem annos hum grao: & a este segundo mouimento parte per meo ho zodiaco, debaixo do qual cada hũ dos pranetas tem propria sphera: em a qual anda per proprio mouimento: contra o mouimento do derradeyro ceo: & em diuersos espaços de tempos fazem suas reuoluções. Saturno em .30. annos: Jupiter em .12. Mars em dous. Sol em .365. dias: & quasi seys oras. Venus & Mercurio quasi em outro tanto tempo, a Lua em vinte & sete dias & oyto oras.»

Tendo observações posteriores mostrado desigualdades no movimento da oitava esfera, introduziu-se a hipótese dum terceiro movimento e, com ele, um segundo móbil. Por isso Pedro Nunes corrige o texto de Sacrobosco, com esta anotação que vem completar a anterior:

«Isto segundo a opinião de ptolomeu porq̃ os astrologos q̃ depoys forã acharam que este mouimẽto de occidẽte pera oriẽte pella ordẽ dos signos pertence a nona esphera: & que nã he em cem ãnos hũ grao mas em 200. hũ grao & .28. minutos de sorte que ẽ 49. mil ãnos falando naturalmẽte se cõprira sua reuolução. E o mouimento proprio a oitaua he o da trepidação q̃ se faz em .7000. annos.»

Adiante, na parte do capítulo segundo intitulada «Dos dous coluros», lê-se no texto:

«...E ho arco do coluro que esta antre o põto do solsticio estiual & a equinocial he a mayor declinação do sol: a qual he segundo Ptolomeu .xxiij. graos: & cinquoenta & hum meudos. Mas segundo Almeon he xxiij. graos & xxxiij. meudos...»

Pedro Nunes nota:

«Em nosso tẽpo he .23. graos & meo & o mouimẽto da trepidaçã da oitaua Sphera causa esta diuersidade por quanto ho sol nũca se aparta da ecliptica da oytaua sphera.»

Aqui está a trepidação da oitava esfera a explicar diferenças observadas na inclinação da eclíptica sobre a equinocial (equador). E não há mais referências a este movimento no *Tratado da Sphera*.

2. Na «Teórica do Sol» anuncia-se que se tratará do movimento da oitava esfera, mas Pedro Nunes, como já dissemos, não faz a tradução do capítulo final de Purbáquio, que começa assim:

«*De motu octauae sphaerae.*

«Octauae vero sphaerae ad cuius motũ: vt saepe dictũ est: orbes deferẽtes auges planetarum mutantur: triplex inest motus. Vnus quidẽ a primo mobili .s. diurnus: quo in die naturali semel super polis mũdi reuoluitur. Alter a nona sphaera q̃ secundum mobile vocatur: qui semper est secundum successionẽ signorum cõtra motũ primũ super polis zodiaci regularis: ita vt quibuslibet .cc. annis per vnũ gradũ & xxviii minuta fer progreditur. hic motus angiũ & stellarum fixarum ĩ tabulis appellatur. Et est arcus zodiaci primi mobilis ĩter caput arietis primi mobilis & caput arietis nonae sphaerae. Superficies nãque eclipticae nonae sphaerae semper est ĩ superficie eclipticae primi mobilis. Tertius autem est sibi proprius: qui motus trepidatiõis vocatur siue accessus & recessus octauae sphaerae: & fit super duos circulos paruos ĩ cõcauitate nonae sphaerae aequales super prĩcipia arietis & librae eiusdẽ perscriptos: ...» ([1])

([1]) «A oitava esfera, porém, com a qual se movem, como muitas vezes temos dito, os céu deferentes dos auges dos planetas, têm um triplo movimento. Um é-lhe comunicado pelo primeiro móbil; é o

Para não alongar a citação, extraímos da *Sphaera Mundi* apenas estas primeiras linhas, onde fica definido o movimento de trepidação. A eclíptica e a linha equinocial cortam-se nos dois pontos equinociais: o princípio de Áries ♈ (Caput Arietis) e o princípio de Libra ♎ (Caput Librae), pontos de entrada do Sol nos signos respectivos. Mas é preciso distinguir a eclíptica de cada uma das três esferas. As eclípticas da nona e décima estão sempre no mesmo plano, coincidindo, portanto, as linhas dos pólos respectivos. A nona esfera move-se dentro da décima em torno da linha dos pólos da eclíptica, de modo que a eclíptica da nona esfera desliza dentro da da décima, no mesmo plano, e o ponto de Áries desta nona esfera, que num momento coincidiu com o ponto de Áries da décima, avança, relativamente a este, para oriente, tornando a vir coincidir com ele no fim de 49 000 anos.

O plano, porém, da eclíptica da oitava esfera, no qual o Sol faz o seu curso anual, não coincide com o plano das outras duas: mas oscila dum e outro lado dele, como em volta de uma posição média, num movimento de *acesso* e *recesso*. Os princípios de Áries e Libra da nona esfera são os pontos equinociais médios; os pontos equinociais verdadeiros são os princípios de Áries e Libra da oitava esfera, que descrevem dois pequenos círculos, num período de 7000 anos, em torno dos da nona, movendo-se um deles ao norte, enquanto o outro se move pelo sul da eclíptica fixa.

Na última página da *Sphaera Mundi*, de que damos uma reprodução (fig. 10), e que é também a página final das *Teóricas* de Purbáquio, vem uma figura ilustrativa do movimento de trepidação. A equinocial e a eclíptica da nona esfera, designadas respectivamente por «Equinoctialis» e «Ecliptica fixa», cortam-se nos dois pontos equinociais ♈ e ♎, fixos nesta esfera. Os dois círculos menores, com centro nestes pontos, são os descritos, com movimento uniforme, pelos pontos equinociais da esfera das estrelas fixas: os restantes dois círculos máximos representam duas

---

movimento diurno, pelo qual faz uma rotação em tomo dos pólos do mundo num dia natural. Outro é-lhe comunicado pela nona esfera, a que também se chama segundo móbil; é um movimento regular, em tomo dos pólos do zodíaco, segundo a sucessão dos signos, em contrário do primeiro movimento, avançando em duzentos anos 1 grau e 28 minutos aproximadamente. Chama-se nas tábuas movimento dos auges e das estrelas fixas. É o arco do zodíaco do primeiro móbil entre e a princípio de Áries do primeiro móbil e o principio de Áries da nona esfera, pois a superfície da eclíptica da nona esfera está sempre na superfície da eclíptica do primeira móbil. O terceiro, porém, é privativo dela; chama-se movimento de trepidação ou de acesso e recesso da oitava esfera; o executa-se sobre dois pequenos círculos na concavidade da nona esfera, iguais, descritos sobre os princípios de Áries e Libra desta mesma esfera.»

posições extremas da eclíptica móvel da oitava esfera. No meio da figura estão marcados os pólos da eclíptica da nona esfera e da

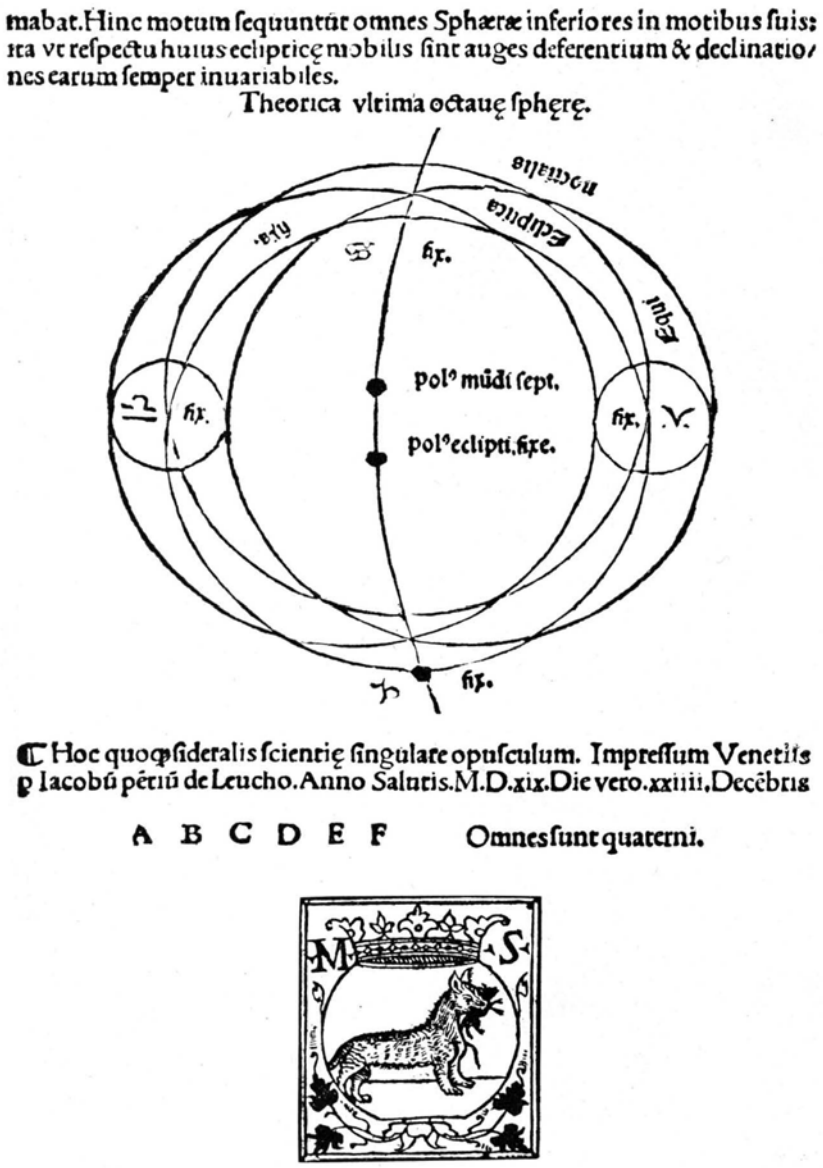

FIG 10 — Página final da Sphaera Mundi , com uma figura ilustrativa da trepidação da oitava esfera , nas dimensões do original.

equinocial, pelos quais passa o coluro dos solstícios, princípios de Câncer ♋, e Capricórnio ♑. Assim, cada um dos pontos equinociais verdadeiros move-se, como um ponto do aro duma roda em torno do

eixo, descrevendo um pequeno círculo, enquanto o centro, fixo na eclíptica da nona esfera, se move com esta ao longo da eclíptica da décima.

Como quarenta e nove é sete vezes sete, depois de executados sete movimentos de trepidação da oitava esfera sobre os pontos equinociais do segundo móbil, o princípio de Áries do segundo móbil tem percorrido toda a circunferência da eclíptica do primeiro, completando-se uma rotação do segundo móbil, isto é, o movimento dos auges e das estrelas fixas.

Os números 7 000 e 49 000 são sabáticos. Foi Rício (A. Ricii, *De motu octauae Sphaerae*, 1521) que explicou a origem deles, atribuindo-os ao astrónomo judeu do rei Afonso de Castela, o rabi Isaac Abensid, cognominado Hazan ([1]). Moisés preceituara que, decorridos seis anos de cultivo das terras, se não semeariam os campos nem se podariam as vinhas no sétimo ano. Este era o ano sabático. Decorridos sete anos sabáticos, seguia-se o ano quinquagésimo, o ano do jubileu. O rabi Isaac, estendendo estes preceitos, a que atribuía significação cabalística, aos movimentos lentos da oitava e nona esferas, estabeleceu um período de 7 000 anos para o movimento de trepidação e um de 49 000 anos para o movimento dos auges e das estrelas fixas.

Assim, na dificuldade da determinação precisa de movimentos tão lentos, ter-se-ia, segundo Rício, recorrido à Bíblia: «Contarás também sete semanas de annos, isto é, sete vezes sete, que fazem ao todo quarenta e nove annos» (*Levítico*, XXV, 8) e, em vez de semanas de anos, contaram-se semanas de milhares de anos.

3. No seu comentário à obra de Purbáquio, *In theoricas planetarum G. Purbachij annotationes*, dedica Pedro Nunes duas anotações ao capítulo final, que se ocupa do movimento do firmamento, respectivamente intituladas: «Octauae sphaerae triplex inest motus. Annotatio prima» e «De motu octauae sphaerae secundum Thebith. Annotatio secunda». Do mesmo assunto se ocupa também no capítulo quarto «De solis declinatione» do livro segundo da obra *De arte atque ratione nauigandi*.

Esta teoria do triplo movimento da oitava esfera, adoptada por Pedro Nunes, continua a ser professada por André do Avelar, que, depois dele, foi lente da cadeira das Matemáticas na Universidade de Coimbra. É o autor do *Reportorio dos tempos o mais copioso que até*

([1]) Bailly, *Histoire de l'astronomie moderne*, Paris, 1785, t. I, p. 299; Delambre, *Histoire de l'astronomie du moyen âge*, Paris, 1819, p. 379.

agora saio a luz, conforme à noua reformação do sancto Papa Gregorio XIII, que teve as edições de 1585, 1590, 1594 e 1602. No Observatório Astronómico (da Universidade de Coimbra) existem as edições de Lisboa de 1585 e 1590, ambas por Manuel de Lira, sendo esta última muito rara, a ponto de Inocêncio duvidar da sua existência.

Nesta edição de 1590, lê-se, a respeito dos céus superiores, o seguinte:

«*Do oitauo ceo, no qual estão situadas as*
estrellas fixas, a que por outro
nome chamão firmamento.
Tit. XXVII.

«O oitauo ceo quanto a nos, & terceiro na ordem natural, he onde estão situadas as estrellas fixas, foy chamado firmamento, como se disseramos deferente & trazedor de estrellas firmes, & fixas. Chamaramlhe os Gregos Aplanes, que quer dizer sem erro, porque as estrellas que nelle estão guardam sempre entre si a mesma distancia, nem achegandose, nem apartandose hũas das outras, como fazẽ os planetas, de que ja falamos, & todas estam neste oitauo ceo, chamado tambẽ estrellado, cuja superficie exterior he contheuda no nono, & com sua interior contem o septimo; a grossura deste ceo sam 26980824. legoas. alem dos dous mouimẽtos que tem do decimo & nono: o seu proprio se chama de trepidação, ou de acesso, & recesso, chegando algũas vezes ao Polo Arctico, que he o Norte, apartandose do Antarctico: que he o Sul, & outras chegandose do Antarctico, & apartandose do Arctico, sobre proprios Polos, que são os principios de Aries & libra da nona Sphera, ao redor dos quaes o principio do seu Aries & Libra, com seu mouimento descreve hũas circunferencias de hũs piquenos circulos, cujos semidiametros (1) são de noue graos. Acaba sua reuolução destes circulos piquenos em 7000. annos: de maneira que de seus graos caminha cada 20. annos, quasi hũ grao, o qual mouimento tem tambem os outros orbes inferiores...

(1) Deve ser *diâmetros*, porque os semidiâmetros são de 4º 18′ 43″.

«*Do noueno ceo. Tit. XXVIII.*

«O noueno ceo em quanto a nôs, & segũdo na ordem natural, he a que Ptolomeo chamou Primeiro mobil: & elRey dõ Afonso cõsidera per Segũdo mobil. Este segũdo a opinião dos Astrologos não tẽ estrelas, & por sua grande diaphanidade lhe chamarão Christalino: outros dizẽ q̃ neste ceo estão as agoas q̃ se leem do 1. do Genesis: & segundo o cantar dos tres moços, *Bñedicite aquae quae super caelos sunt*. Algũs dizem segũdo traz Beda, q̃ estas agoas se ouuessem aqui guardado para inundação do diluuio: outros affirmão q̃ se puserão aqui, para tẽperança da grande quẽtura & fogo q̃ o mouimento do ceo & estrellas causam: & dizẽ estas agoas estar mui claras, mui subtis & transparẽtes, & por isto algũs chamarão a este ceo Aqueo, ou Cristallino, pola grande transparẽcia & diaphanidade sua. Tẽ dous mouimẽtos, hũ he alheo causado da decima Sphera ou Primeiro mobil, em espaço de 24. horas, outro mouimentos tẽ de Occidente pera Oriente sobre os Polos do Zodiaco, & pola linha Eclyptica, q̃ he seu proprio, o qual acaba em espaço de 49000. an. quasi: moue-se cada 200. an. 1. g. 28. m. 9. seg. 47. ter. 45. quar. e cada dia 4. ter. e 20. quartos: & cõ este mouimento leua tras si os 8. orbes inferiores: & chamase mouimento dos auges, & estrellas fixas, o qual se faz com certa equação segundo he notorio aos tabulistas.

«*Da decima Sphera, ou primeiro mobil.*
Titulo XXIX.

«A decima sphera em quanto a nos, & primeiro mobil quanto à ordem natural, he a que cumpre seu mouimento proprio, em espaço & tempo de vinte & quatro horas, de Oriente a Ponente, sobre os polos do mundo, â qual como a senhora obedecem todos os outros orbes & ceos (...). Neste orbe como tambẽ no nono não ahi estrellas. Alẽ destes dez ceos mouiueis q̃ dissemos, os theologos poẽ outro mais supremo, ao qual chamão Impyreo, que quer dizer ceo de fogo aceso, pelo seu grande resplandor, & este he fixo q̃ não se moue, & nelle estâ a morada & lugar dos bẽauenturados.»

Estes dois títulos relativos à nona e décima esferas, assim como o título sobre o oitavo céu da edição de 1585, são mera tradução dos títulos 21, 22 e 23 da *Chronographia o reportorio de los tiempos, compuesto*

por Hieronymo de Chaues astrologo y cosmographo, de que vimos apenas a edição de Lisboa de 1576, existente na Biblioteca da Universidade (de Coimbra), mas de que se fizeram várias impressões anteriores, começando pela de Sevilha de 1548.

A teoria do movimento triplo do firmamento atravessa, pois, inalterada, todo o século XVI, em Portugal. Não deve isso surpreender-nos. A obra de Copérnico, *De reuolutionibus orbium coelestium*, foi publicada em Nuremberga em 1543; as suas ideias, porém, que já tinham sido as da escola de Pitágoras, só no século XVII começaram a ser geralmente aceites. O grande propugnador do sistema copernicano foi Galileu, mas o seu principal argumento foi a luneta, que, pela primeira vez, foi dirigida para os astros em 1610.

4. O triplo movimento da oitava esfera é descrito por Camões nas estâncias 85, 86 e 87 do canto X de *Os Lusíadas*.

A décima esfera é introduzida na estância 85; é o *círculo* que corre ligeiro logo por baixo do Empíreo imóvel:

Em fim que o sumo Deos, que por segundas
Causas obra no mundo, tudo manda:
E tornando a contarte das profundas
Obras da mão diuina veneranda,
Debaxo destes circulo onde as mundas
Almas diuinas gozão, que não anda,
Outro corre tam leue & tam ligeiro,
Que não se enxerga, he o Mobile primeiro.

Este movimento do primeiro móbil leva com seu ímpeto todas as esferas interiores: é o movimento diurno. Isto exprime o poeta na primeira parte da admirável estância 86:

Com este rapto, & grande mouimento,
Vão todos os que dentro tem no seyo,
Por obra deste, o Sol andando atento
O dia & noite faz, com curso alheyo:
Debaxo deste leue anda outro lento,
Tam lento, & sojugado a duro freyo,
Que em quanto Phebo, de luz nunca escasso,
Dozentos cursos faz, dâ elle hum passo.

Nos últimos quatro versos descreve o movimento dos auges e estrelas fixas, próprio da nona esfera. Como esta faz a sua revolução em 49 000 anos, anda em 200 anos 1 grau e 28 minutos aproximadamente, o que, sendo menos de grau e meio, o poeta arredonda num grau, e chama-lhe um passo. O cristalino, ou céu áqueo, dá um passo enquanto o céu deferente do Sol dá 200 voltas.

Comunicando-se o movimento de cada esfera às *que dentro tem no seyo*, há a distinguir, em cada céu, o movimento que lhe é próprio dos que lhe são alheios, provenientes das esferas superiores. Assim, o curso próprio do Sol é o seu movimento anual que ele tem no excêntrico, seu deferente, na quarta esfera; e o seu movimento diurno é curso alheio, causado pelo primeiro móbil.

Note-se sempre como Camões reúne à formosura dos versos o rigor científico das doutrinas do seu tempo.

A oitava esfera, com o seu movimento de trepidação, é descrita na estância 87:

Olha estoutro debaxo, que esmaltado
De corpos lisos anda, & radiantes,
Que tambem nelle tem curso ordenado,
E nos seus axes correm scintilantes:
Bem ves como se veste, & faz *ornado*
Co largo cinto douro, que estellantes
Animais doze traz afigurados,
Aposentos de Phebo limitados.

Os corpos *lisos* e *radiantes*, que esmaltam o oitavo céu, são as estrelas, de que nos ocuparemos no capítulo seguinte. Como as estrelas estão fixas neste céu, quando o poeta diz que *nelle* têm curso ordenado, significa apenas que elas são levadas no movimento regular próprio do firmamento; e que se trata do movimento próprio ao oitavo céu, indica-o na palavra *tambem*. As estrelas têm o movimento alheio que o primeiro móbil comunica a todos os orbes *que dentro tem no seyo*; e têm mais o movimento alheio, que o segundo móbil, por seu turno, comunica a todas as esferas interiores; mas não têm só estes dois movimentos, têm *tambem* o curso ordenado, próprio do firmamento. A palavra *seus*, aplicada no verso seguinte aos eixos em volta dos quais as estrelas *correm cintilantes*, acentua que se não trata de curso alheio.

Camões, dizendo *axes*, no plural, refere-se aos extremos do eixo, como na estância 84 do canto VI:

Relampados medonhos não cessauão,
Feros trouões que vem representando
Cair o ceo dos exos sobre a terra,
Consigo os elementos terem guerra.

Os eixos do céu, que aqui significa toda a máquina celestial, são os extremos do eixo do Mundo, pólos do movimento diurno. O céu ameaça desprender-se dos pólos árctico e antárctico e desabar sobre a Terra.

Se se tratasse da nona esfera, os eixos seriam, em igual sentido, os pólos boreal e austral da eclíptica desta esfera, em torno dos quais se executa o movimento dos auges, que lhe é próprio.

Mas na estância 87 descreve-se o oitavo céu, cujo movimento próprio se executa em torno dos pontos equinociais médios; os *seus axes* são, portanto, os pontos de Áries e Libra do cristalino, pólos do movimento de trepidação.

Tétis, que está explicando ao Gama o globo, *transumpto reduzido* do mundo, mostra-lhe, nos quatro primeiros versos desta oitava, as estrelas radiantes, levadas no movimento de acesso e recesso do firmamento, apontando-lhe os pólos deste movimento, centros dos círculos menores percorridos pelos equinócios verdadeiros, fixos na oitava esfera e móveis com ela.

Camões, que parece ter tido um modelo à vista, tal é a precisão com que se exprime nestas estâncias, não se esquece de chamar a atenção para pontos tão importantes como são os equinócios médios, como é natural em quem, como Tétis, mostra um globo onde se podem ver os movimentos dos diferentes céus. Que no século XVI se empregavam modelos sólidos, esféricos, para compreensão deste movimento, depreende-se da edição das *Theoricae novae planetarum*, de Orôncio Fineu, Paris, 1525, onde se lê, ao fim da explicação da segunda das figuras relativas ao movimento de acesso e recesso do firmamento (fl. xxxix v.): «*Haec* facilius *solido* quam plano deprehenduntur *instrumento*» [«Isto mais facilmente se compreende por um modelo sólido do que por uma figura plana»].

Na segunda parte da estância 87 segue-se a formossíssima descrição do zodíaco, de que nos não ocupamos agora.

5. No sistema de Copérnico o movimento diurno do firmamento é resultado da rotação da Terra. O movimento dos auges e estrelas fixas passou a ser explicado pela mudança de direcção do eixo da Terra, que descreve um cone circular em torno da linha dos pólos da eclíptica. O equinócio da Primavera, origem de contagem das longitudes celestes, retrograda por isso sobre a eclíptica, dando uma volta completa, não em 49 000 anos, mas em 26 000 anos, aproximadamente. É o movimento de *precessão* dos equinócios, que aumenta a longitude das estrelas.

A hipótese do movimento de trepidação imaginada para explicar diferenças de observação erradas, acabara por ser abandonada.

No século XVIII Bradley descobre o movimento de *nutação*. Desde então a recta generatriz do cone de precessão passa a ser apenas uma posição média do eixo da Terra, em torno da qual o eixo verdadeiro descreve o cone de nutação.

O equinócio médio retrograda sobre a eclíptica com o movimento secular de precessão. O equinócio verdadeiro executa, em torno do médio, oscilações cuja amplitude não excede 18 segundos, enquanto o equador se inclina de 9 segundos para um e outro lado da sua posição média, sendo o período deste movimento de 18 anos e 2/3, aproximadamente.

A este movimento chamou-se *de nutação*, do latim *nutare*, oscilar. É um ressurgimento do antigo movimento de trepidação, embora muito reduzido e modificado.

IV

AS ESTRELAS

1. No tempo de Camões a palavra *estrela* tinha uma significação mais extensa do que hoje tem, porque abrangia também os planetas.

Na *Margarita Philosophica*, enciclopédia do século XVI, a que já nos referimos, lê-se, no capítulo que se ocupa das estrelas (libri VII, tract. I, cap. XIX), o seguinte:

«Stellae omnes tam fixae (quae in firmamento sunt) quam erraticae siue planetae (quae in septem orbibus planetarum consistunt) eiusdem naturae, motus, & figurae cum suo coelo sunt». [«Todas as estrelas, quer fixas (as que estão no firmamento), quer erráticas ou planetas (as que estão situadas nas sete esferas planetárias), têm a mesma natureza, movimento e figura que os seus respectivos céus.»]

As estrelas fixas, embutidas no firmamento, guardando sempre as mesmas posições relativas, têm o triplo movimento da sua esfera. Os planetas, além do movimento que a oitava esfera comunica a todas as inferiores, têm o movimento próprio dos seus céus, variando de posição relativamente às estrelas fixas; são estrelas erráticas.

Camões fala com toda a propriedade quando chama estrela ao planeta Vénus:

Mas ja a amorosa strela scintilaua
Diante do Sol claro, no Orizonte
Mensageira do dia, & visitaua
A terra, & o largo mar, com leda fronte:
(VI, 85).

A Lua, correndo *apressada*, através das constelações zodiacais, no seu movimento mensal, é um planeta:

> *Mas ja o Planeta que no ceo primeiro*
> *Habita, cinco vezes apressada,*
> *Agora meyo rosto, agora inteiro*
> *Mostrara, em quãto o mar cortaua a armada:*
> (V, 24).

É a estrela errática mais próxima da Terra, e é uma das estrelas a que Camões alude no quinto verso desta estância:

> *Ouuiolhe estas palauras piadosas,*
> *A fermosa Dione, & comouida,*
> *Dantre as Nimphas se vay, que saudosas*
> *Ficarão desta subita partida:*
> *Ia penetra as Estrellas luminosas,*
> *Ia na terceyra Esphera recebida*
> *Auante passa, & la no sexto Ceo,*
> *Pera onde estaua o Padre se moueo.*
> (II, 33).

A formosa Dione, partindo de junto do Gama, penetra as esferas da Lua e Mercúrio, é recebida na sua, e passa avante, através das esferas do Sol e de Marte, para ir ter com Júpiter na sexta esfera, Nesta oitava, a palavra *estrelas* designa planetas; a deusa não chega à esfera das estrelas fixas.

De todas as estrelas, quer fixas, quer erráticas, só o Sol tem luz própria; as outras são luminosas pela luz que dele recebem.

O Sol, tendo, além do movimento que a sua esfera recebe do firmamento, o curso anual próprio do seu céu, é uma estrela errática, e por isso um planeta:

> *Ia neste tempo o lucido Planeta,*
> *Que as horas vay do dia distinguindo,*
> *Chegaua aa desejada, & lenta Meta,*
> *A luz Celeste aas gentes encobrindo:*
> (II, 1).

O *lúcido* planeta é a única fonte da luz celeste. A sua luz faz luminosos os outros planetas; com a sua luz brilham as estrelas fixas. É o que vamos ver.

Comecemos por uma opinião ilustre do século XIII, a de Afonso, o Sábio. No tomo V, parte 1.ª, da obra *Libros del Saber de Astronomia del Rey D. Alfonso X de Castilla*, Madrid, 1867, de que já falámos, vêm publicadas «Las vindicias ó el Alfonsi». *Vindicias* são, como as define o compilador Sinobas, «todos aquellos dichos, opiniones y frases escritas en los *Libros del Saber de Astronomia* por la pluma del mismo Rey D. Alfonso». Na primeira das cem *vindicias*, que exprime a opinião de Afonso sobre as figuras das constelações, lêem-se estas linhas, a p. 169:

«Ca las estrellas non son en si sinon cuerpos redondos. et fuertes et llanos. et apareíados para rescebir luz del Sol. assi cuemo la el Sol rescibe de Dios...»

As estrelas são, pois, na opinião do rei Afonso, corpos esféricos, rijos e lisos, que reflectem a luz do Sol, como o Sol reflecte a luz que recebe de Deus.

Vejamos a opinião geral sobre este assunto no século XVI. No capítulo da *Margarita Philosophica*, atrás citado, diz-se, algumas linhas abaixo da passagem que já transcrevemos:

«Ita & stellae quae coelorum partes sunt, necessario cum coelis eiusdem naturae existunt, & ab ipsis tantum densitate et raritate differũt. Est enim stella densior orbis sui pars, luminis solis receptiua & retentiua, & propterea potentiae uisiuae obiecta. Orbis uero in alijs partibus (quia rarior) lumen uersus ipsum proiectum non incorporans, luminosus aut lucidus non fit, nec cuiuis colori subijicitur, ideo uisibilis non est.» [«As estrelas, como partes dos céus, necessàriamente são da mesma natureza que eles, distinguindo-se apenas na densidade. Cada estrela é, pois, uma parte mais densa do seu céu, receptiva e retentiva da luz solar, e por isso exposta à potência visiva. Nas outras partes, porém, o céu, não incorporando (por mais rarefeito) a luz sobre ele projectada, não se torna luminoso nem lúcido, e não está sujeito a qualquer cor, sendo por isso invisível.»]

A mesma opinião se encontra na *Sphaera Mundi*, fl. 14 v.:

«Et scito quod stella est pars densior sui orbis figurae rotundae: & idos lucet sicut diaphanum condensatum: & galaxia est pars lucida magis inter partes sui orbis: etiã sicut in stellis quasi densior est quam

reliquae partes. Sic quoque partes lune nõ sunt vniformiter lucidae.» [«E deve saber-se que uma estrela é uma parte mais densa do seu céu, de forma redonda; a sua face luz como um diáfano condensado. A via láctea é uma parte mais lúcida do seu céu; é, como nas estrelas, também um pouco mais densa do que as restantes partes. Assim também as partes da Lua não são uniformemente lúcidas.»]

Esta mesma teoria vamos ainda encontrar em André do Avelar. Transcrevemos do *Reportório dos Tempos*, edição de 1585:

«*Da materia* & forma *das estrelas*.
Titulo 54.

«Diz Aristoteles no liuro 2. de caelo cap. 7. que a materia de q̃ as estrelas estão compostas, he a mesma q̃ a dos ceos, saluo q̃ he mais densa & apta para receber & reter a claridade dos raios do sol, mediãte o qual se vem assi como o nò da taboa, he mais denso q̃ a mesma taboa, & assi hum como outro se chama, & diz materia de madeira, & a rezam porque de dia não se vem as estrelas, he porque a claridade & lume do sol he maior & ofusca a menor, assi como o lume de hũa candea diãte de hũa fugueira ou lume grande: a forma das estrelas, he redonda como o mostra o Phylosopho, no lugar ja dito de maneira de hũa bola moçiça, & perfeitamente redonda como dissemos da Lua, & assi se entenderà do Sol & mais Planetas.»

Nas edições de 1594 e 1602, Avelar acrescenta um novo capítulo, intitulado «Se tem as estrelas proprio lume», em que chega a esta conclusão:

«...mas se as estrellas tiuerão lume proprio seria superfluo o que recebessem do Sol, logo hase de dar hum so principio, & origem, que he o lume que do Sol sae, o qual recebido em differentes corpos & estrellas obra com diuersos effeitos assi como vemos por experiencia, que a luz do Sol enrarece, & abranda a cera, endurece, & condensa o barro, & conforme a este sentido se podem entender os lugares em que se diz, que as estrellas tem proprio lume s. que tem propria influencia porque a luz do Sol em Saturno esfria, em Marte aquenta, & na Lũa humidece: ou podemos entender, que tem lume, mas tem pouco & escuro, que não basta a conseguir seu efeito sem ser mesturado & perfeiçoado com o do Sol.»

Assiste-se nestas linhas ao declinar da teoria. Aproxima-se o momento em que as estrelas passam a ser definitivamente fontes de luz, como o Sol.

A comparação das estrelas ao nó da tábua é repetida por Avelar no seu interessante livrinho *Sphaerae utriusque* (1), quando trata de demonstrar o movimento diurno do firmamento, a fl. 29, r.:

«Igitur & caelum in quo ipsae stellae (ac *nodus in tabula*) existunt eodem motu mouebitur ab oriente in occidentem.»

As estrelas são, pois, através do século XVI, consideradas como núcleos de condensação da matéria de que os céus são compostos, brilhando com a luz recebida do Sol. É o que se lê também em *Os Lusíadas*. Assim, na estância 87 do canto x,

Olha estoutro debaxo, que esmaltado
De corpos lisos anda, & radiantes,
Que tambem nelle tem curso ordenado,
E nos seus axes correm scintilantes:

as estrelas são corpos lisos, como espelhos, radiantes com a luz que recebem do Sol; brilham com luz *alheia:*

Meyo caminho a noite tinha andado,
E as Estrellas no Ceo co a luz alheia,
Tinhão o largo Mundo alumiado,
E so co sono a gente se recreia.
(II, 60).

Camões reflecte a opinião corrente no seu tempo, não atribuindo luz própria às estrelas. O mesmo faz Ariosto (n. 1474-m. 1533), no *Orlando Furioso:*

Rinaldo, *che di gloria e di splendore*
Gli ha, *como il sol le stelle*, *illuminati*,
.....
(XXX, 90).

(1) *Sphaerae utriusq̃; tabella ad Sphaerae huius mundi faciliorem enucleationem. Aurore Andrea d'Avellar Olyssiponensi, Artium, ac Philosophiae Magistro, & publico in Conimbricenci Academia Mathematum professore.* Conimbricae, Apud Anton. Barrerium Typ. Reg. Anno Dñi 1593. Há um exemplar na Biblioteca da Universidade [de Coimbra].

O poeta diz que Reinaldo iluminava os irmãos com glória e esplendor, *como o sol às estrelas.*

O mesmo conceito exprime Dante na descrição do anoitecer, com que abre o vigésimo canto de *O Paraíso:*

Quando colui che tutto il mondo alluma
Dell'emisperio nostro si discende,
Che il giorno d'ogni parte si consuma,
Lo ciel, che sol di lui prima s'accende,
Subitamente si rifà parvente
Per molte luci, in che una risplende (1).

Desce o Sol no horizonte, fenece o dia e o céu reaparece com *muitas* luzes, estrelas fixas e planetas, em que uma só, a luz solar, resplandece.

O mesmo adiante, no verso 30 do canto XXIII. No cap. XIV, trat. II, de *Il convito*, Dante compara as sete ciências do *trívio* e *quadrívio* com as sete esferas planetárias, correspondendo a aritmética à esfera do Sol:

«E'l cielo del sole si può comparare all'arismetica per due proprietadi: l'una si è, che del suo lume tutte le altre stelle s'informano; l'altra si è, che l'occhio nol può mirare. E queste due propietadi sono nell'arismetica, chè del suo lume tutte le scienze s'alluminano...»

A aritmética ilumina as outras ciências como o Sol às estrelas.

Como Dante e Ariosto, Camões põe nos seus versos as ideias do seu tempo, em que predominava a concepção geocêntrica do mundo, de Ptolomeu, e a luneta estava por inventar.

Contudo, temos visto o verso

E as Estrellas no Ceo co a luz alheia
(II, 60).

interpretado como significando: *E as estrelas no Céu, com a Lua* (2), citando-se a passagem do Sonho de Scipião, de Cícero (*De Republica*,

(1) «Quando aquele que todo o mundo ilumina / do nosso hemisfério desce, / que o dia por toda a parte se extingue, / o céu, que antes só ele acende, / sùbitamente se faz de novo aparente / por muitas luzes, em que uma resplandece.»

(2) J. Barbosa de Bettencourt, *Subsídios para a leitura dos Lusíadas*, Paris-Lisboa, 1904, p. 50.

VI, 16): «ex quibus erat ea (stella) minima, quae ultima a caelo, citima terris luce lucebat aliena» (1).

Faria e Sousa cita também esta passagem, sem mais comentário. Parece-nos bem que a sua intenção é apenas fazer notar a analogia da expressão *luce alinea*, aplicada à Lua, com a expressão *co a luz alheia*, aplicada por Camões às estrelas.

No comentário à estancia. x, 87, Faria e Sousa explica que as estrelas são corpos lisos, reflectores da luz solar. Esta é que é a «luz alheia».

2. As estrelas, porções condensadas da substância dos seus céus, são por eles arrastadas nos seus movimentos:

Da Lũa os claros rayos rutilauão,
Polas argenteas ondas Neptuninas,
As Estrellas os Ceos acompanhauão.
Qual campo reuestido de boninas,
(I, 58).

As estrelas fixas acompanham o firmamento; os planetas são levados nos céus respectivos. Assim, o intervalo de tempo que separa duas passagens superiores consecutivas duma mesma estrela fixa pelo meridiano, é um *dia sideral*, tempo duma rotação completa do primeiro móbil, menor, cerca de quatro minutos, que o *dia solar médio*. No segundo verso da estância VII, 60:

O ceo volubil com perpetua roda

dá-nos o poeta uma bela e concisa definição do *dia sideral*, que é o período da *roda perpétua do ceo volúbil*, período constante, metro natural do tempo.

Como, enquanto o céu dá uma volta, o Sol se move de ocidente para oriente na eclíptica, o dia solar é maior que o sideral, e este curso próprio do Sol, através das constelações zodiacais, faz variar o aspecto do céu estrelado no decorrer do ano. Quando uma estrela tem o seu ocaso cerca de uma hora depois do Sol, podendo distinguir-se na claridade dos últimos raios solares, diz-se que o seu ocaso é *helíaco;* se nasce cerca de

(1) «...uma das quaes era essa pequenina estrela que, sendo a ultima contando do ceo, e a mais proxima da terra, luzia com luz alheia.»

uma hora antes do Sol, diz-se que tem nascimento helíaco. No antigo Egipto o nascimento helíaco de Sírius, tendo lugar na época das cheias do Nilo, era celebrado com festas religiosas.

Distinguem-se ainda os nascimentos e ocasos *cósmicos e crónicos.* Estas distinções não têm grande importância na astronomia, mas têm-na para a interpretação dos poetas. No *Tratado da Sphera* de Pedro Nunes é este assunto objecto do capítulo III, intitulado «De como nacem e se poem os Signos. Da deferença dos dias e noytes: e da deferẽça dos climas»:

«Ho nacer e ho por dos Signos he em duas maneiras: segundo os poetas: & segundo os Astrologos. Os poetas fazem tres deferenças no nacer & no por dos signos. Cosmico: Cronico: & heliaco. Nacimẽto *cosmico* se chama quando algũ signo ou estrella: sobe de dia sobre ho horizõte da parte de oriẽte. E posto q̃ em cada hum dia artificial (1) nação seys signos desta maneira: aquelle signo porem se diz ter nacimẽto cosmico por excelencia: cõ o qual ho sol pella menhã nace: & este nacimento se chama proprio principal & de cada dia. Do qual temos enxẽpro nas georgicas onde se ensina a fazer a sementeira das Favas & do milho no verão: quando ho sol estaa em ho signo de Tauro. Diz assi: Quando ho resprandecẽte Touro abrir o ãno cõ seus cornos dourados: & dãdolhe lugar a cõstellaçã canis se põe... Nacimento *cronico* ou temporal he: quando algum signo ou estrella: despoys do Sol posto sobe per cima do horizonte da parte de Oriente: e chamase *Cronico porque he de noite.* E temporal porque ho tempo dos Mathematicos he despoys que ho Sol se põe. Deste nacimento dezia Ouidio no de Ponto aqueixandose do muito tempo que auia que estaua degradado. As pleyadas com o seu nacimento fezeram ja quatro autunos: daua per estas palauras a entender que poys eram quatro autunos quatro annos eram passados de seu desterro (...). Nacimento *Heliaco* ou solar se diz quando algum signo ou estrella se pode ver: por estar apartado do Sol: & antes nam se podia ver: por estar junto com elle. Deste nacimento diz Ouidio no de Fastis Ia ho Aquario leue com seu cantaro obliquo sayo...»

Como em Ovídio e Virgílio, vê-se o movimento das estrelas seguido atentamente por poetas, como Dante e Camões, que na sua vasta erudição incluíam um conhecimento muito preciso da astronomia.

---

(1) *Dia artificial* opõe-se a *noite*; é a parte do dia *natural* em que o Sol está acima do horizonte.

Dante dirige-se, com Virgílio, para o Inferno, no começo da noite: «Lo giorno se n'andava», como principia o canto segundo. Adiante (*Inferno*, canto VII, verso 98) o poeta repara que meia noite já vai passada,

> *Già ogni stella cade, che saliva*
> *Quando mi mossi*, (...)

descaem já sobre o horizonte as estrelas que subiam quando, no princípio da noite, se dirigia para a terrível porta.

Camões indica o declinar da noite, pelo cair das estrelas de nascimento crónico, quando descreve o sonho de D. Manuel, na estância IV, 67:

> *O qual, como do nobre pensamento*
> *Daquella obrigação, que lhe ficâra*
> *De seus antepassados, (cujo intento,*
> *Foy sempre acrecentar a terra chara)*
> *Não deixasse de ser hum so momento*
> *Conquistado: No tempo que a luz clara*
> *Foge, & as estrellas nitidas que saem*
> *A repouso conuidão, quando caem.*

O *tempo que a luz clara foge* (1), sendo o tempo em que foge a luz do Sol, ou indica o começo da noite ou a noite dum modo geral, como o tempo em que falta a luz solar. Pelo que se segue, tem de optar-se por esta última interpretação.

Sair, falando das estrelas, é surgir no horizonte, começar a subir, nascer enfim. As estrelas que nascem de dia não se vêem; só as que nascem de noite *saem nitidas*. O adjectivo *nitidas* é importante, porque indica que o poeta se refere a estrelas de nascimento crónico. Define-se, pois, nos últimos versos a parte da noite em que as estrelas, que já de noite nasceram, convidam a repouso, pela sua queda do lado ocidental do meridiano. A noite caminha para o seu fim. E adiante, na estância 75, terminado o sonho, rompe a madrugada:

> *Estendeo nisto Febo o claro manto*
> *Pello escuro Emisperio somnolento:*
> *Veyo a menham no ceo pintando as côres*
> *De pudibunda rosa & roxas flores.*

(1) João Franco Barreto põe *à luz clara* em vez de *a luz clara*, fazendo preposição do *a* que era artigo. Não se justifica tal emenda.

3. A Lua era considerada como um planeta, uma das sete estrelas errantes, situada no primeiro céu (1). Por isso ela é assim definida nos dois primeiros versos de v, 24:

> *Mas ja o Planeta que no ceo primeiro*
> *Habita, cinco vezes apressada,*

os quais levantaram uma questão gramatical. Com que substantivo concorda o adjectivo *apressada*? Concorda com o nome feminino *lua*, subentendido pela perífrase «o Planeta que no céu primeiro habita», como explica o mestre de gramática Bento José de Oliveira, quando, entre as figuras de sintaxe, define a silepse:

«Silepse (concepção) dá-se quando o adjectivo ou verbo concordam, não com o substantivo ou sujeito que está claro, mas com outro, mais geral e nobre, que se tem *oculto* na mente. Há silepse de género, de número, e de género e número juntamente.

«I. Silepse de género.

Ex.:

> *Mas já* o Planeta *que no céu primeiro*
> *Habita, cinco vezes* apressada...

«Isto é, mas já *a Lua*, o planeta que no céu primeiro habita, cinco vezes *apressada.*

«Nos tratamentos políticos concordam, por silepse, os adjectivos com o género da pessoa a quem se dirigem semelhantes tratamentos, e não com o género dos substantivos que se costumam empregar, como *magestade, alteza, excelência, senhoria,* etc. Ex.: Vossa Magestade foi *servido* (sendo rei), ou foi *servida* (sendo rainha).» (2)

Na Gramática Portuguesa que serve de introdução ao *Dicionário* de Morais encontra-se a mesma explicação de concordância naqueles dois versos (3).

Assim fica perfeitamente esclarecida a questão. Adolfo Coelho, na edição de *Os Lusíadas* do Gabinete Português de Leitura do Rio de

---

(1) Cf. o artigo do A. *As estrelas nas poesias de Camões*, em *Obras Completas*, II, 109-37, Lisboa, 1945.

(2) Bento José de Oliveira, *Nova Grammatica Portugueza*, Coimbra, 1875, p. 117.

(3) A. de Morais Silva, *Diccionario da Lingua Portugueza*. Lisboa, 1858, p. 27.

Janeiro, publicado em 1880 para comemorar o 3.º centenário da morte do poeta, emendou no texto do poema, por ele revisto, o primeiro dos versos atrás transcritos, pondo «a planeta», com a seguinte explicação no *Glossário* (p. XCII):

«*Planeta:* feminino em v, 24, como prova a concordância com *apressada*, a-pesar-de as primeiras edições trazerem *o planeta* no primeiro verso daquela estância, e as edições modernas repetirem o erro.»

Adolfo Coelho viu um erro onde apenas havia uma silepse de género. F. de Sales Lencastre, na sua edição de *Os Lusíadas,* Lisboa, 1915, adopta também *a planeta* naquela estância, justificando-se deste modo:

«Nas primeiras edições, *planeta* aparece no género masculino; explicava-se, por silepse, a falta de concordância com *apressada;* para alguns escritores antigos, era de género feminino.»

Encontra-se, com efeito, o nome *planeta* como feminino em escritores dos séculos XV e XVI. Assim aparece, por exemplo, em Azurara, *Crónica da Tomada de Ceuta*, escrita em 1449 e 1450, começo do cap. 68.º:

«Pequena tardança pôs o sol em começar seu diurnal trabalho, ca era uma quarta-feira, 21 do mês de agosto, em a qual *aquela* imperial *planeta* entrava em seis graus do signo que se chama de Virgo.»

O mesmo se vê na farsa de Gil Vicente, O *Clérigo da Beira*, representada em 1526, no colóquio de Almeida com Cezília:

ALM. *Do vedor he necessario*
Saber a planeta sua.
CEZ. *Sua planeta he a lũa,*
O sino he sagitario.

Os Lusíadas foram editados, pela primeira vez, em 1572. Camões, em cujas poesias tantas vezes aparece a palavra *planeta*, atribui-lhe sempre o género masculino, como fora já fixado na nomenclatura

astronómica por Pedro Nunes, o nosso grande mestre de Matemática do século XVI, no seu *Tratado da Sphera*, publicado em 1537, obra que foi uma das fontes do poema. Aí aquele nome é sempre masculino. Transcrevemos do capítulo quarto, intitulado «Dos círculos & movimentos *dos* Planetas», algumas linhas que servem para o nosso fim (p. 35 da edição fac-similada) (1):

«... Cada *hum* dos planetas afora o sol tem tres circulos. s. equante ou igualador: diferente & epiciclo... E *todo* planeta tirando ho sol tem epiciclo. He epiciclo hum pequeno circulo pella circunferẽcia do qual he levado ho corpo *do planeta*... E quãdo *ho planeta* estever em qualquer destas estações diremos q̃ esta *estacionario*. O arco de cima do epiciclo antre as duas estações: chama-se direyção: & quando *ho planeta* nelle estiver diremos que esta *dereito:* & ho arco debaixo do epiciclo antre as duas estações chama-se retrogradação: & estando nelle *ho* planeta diremos que esta *retrogado*.»

O mesmo se vê nas duas traduções mais antigas da obra de Sacrobosco, que, com o título *Tractado da Spera do Mundo*, acompanham os *Regimentos* das Bibliotecas de Munique e de Évora.

No poema, as palavras *planeta* e *cometa* aparecem no mesmo género, como na primeira estância do canto II *(Ia neste tempo o lucido Planeta)*, em III, 19 *(Castelhano, a quem fez o seu Planeta)* e em II, 90:

Não faltão ali os rayos de arteficio,
Os tremulos Cometas imitando,

Enfim, Camões emprega sempre o termo *planeta* como masculino, seguindo o cosmógrafo Pedro Nunes, cujo *Tratado da Sphera* ele se comprazia em ler. Não há motivo para alterar o género deste nome,

(1) Este passo não pertence a texto original, mas foi intercalado pelo autor no exemplar da 1.ª edição, que reservara para uso pessoal, e por isso a referência ficou incompleta. Trata-se da edição fac-similada incluída por Joaquim Bensaúde na sua *Histoire de la Science Nautique Portigaise*, sob o título: *Tratado da Sphera com a Theorica do Sol e da Lua e ho Primeiro Livro da Geographia de Claudio Ptolomeu, tirados nouamente do Latim em Lingoagem pello Doutor Pedro Nunez* (...), J. B. Obernetter, Munique, 1915. (Nota do editor.)

nem necessidade disso na estância v, 24, cuja construção gramatical tão simplesmente explicam Bento J. de Oliveira e A. de Morais. Conservem-se, pois, os versos:

Mas ja o Planeta que no ceo primeiro
Habita, cinco vezes apressada,

como se podem ver na reimpressão fac-similada da verdadeira 1.ª edição de *Os Lusíadas*, de 1572, Lisboa, Tip. da Biblioteca Nacional, 1921, com introdução e aparato crítico do eminente camonianista Dr. José Maria Rodrigues.

V

A ESFERA

Sphaera Deus, cujus centrum est ubique, circunferentia nusquam.

Nas estâncias 77 a 80 do canto X canta o poeta as propriedades geométricas da esfera. Tétis mostra ao feliz Gama o rotundo globo, transunto reduzido do mundo em pequeno volume: no centro a Terra, em volta as dez esferas concêntricas móveis e, envolvendo estas, a undécima esfera, o Empíreo, imóvel. *Não se enxerga* a quinta-essência que constitui a região celestial lúcida (vide a transcrição que fizemos a p. 36), vendo-se através dos diferentes céus, claramente, no centro, a região dos quatro elementos, a Terra.

Aqui hum globo vem no ar, que o lume
Clarissimo por elle penetraua,
De modo que o seu centro esta euidente,
Como a sua superficia, claramente.

Qual a materia seja não se enxerga,
Mas enxergasse bem que está composto
De varios orbes, que a diuina verga
Compos, & hum centro a todos so tem posto:
(X, 77 e 78).

A superfície deste rotundo globo, superfície tão *limada*, como se diz na estância 80, é uma superfície esférica. Leia-se a definição de esfera, com que abre o capítulo I do *Tratado da Sphera* de Pedro Nunes:

«Sphera segundo Euclides he hũ corpo que se causa pello mouimẽto da circunferẽcia do meo circulo leuado per derredor ate tornar ao seu lugar: estando ho diametro quedo. Segũdo theodosio sphera he hũ corpo maciso recolhido debaixo de hũa soo face: & tẽ no meo hum põto: do qual todallas linhas leuadas ate a circunferencia sam

iguaes. Este ponto se chama cẽtro da sphera: A linha direita q̃ passa pello cẽtro da sphera & toca cõ os seus cabos a circunferẽncia: chamase Eyxo da sphera. Os dous põtos q̃ sã cabos do eixo são polos do mũdo.»

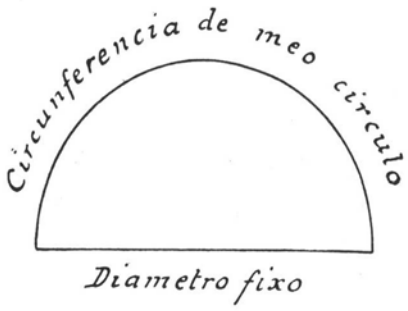

FIG. 11

Na definição de Euclides, a que se chamava a definição *causal*, a esfera é uma superfície de revolução gerada pelo movimento de uma circunferência em torno do diâmetro (fig. 11); cada ponto da curva generatriz descreve um círculo cujo plano é perpendicular ao eixo de revolução. Tomando a linha dos pólos para eixo, como se indica no final da transcrição que acabamos de fazer, podem considerar-se os pontos da esfera distribuídos em círculos perpendiculares ao eixo do Mundo, paralelos portanto; e, seguindo em cada paralelo o movimento gerador, vê-se que os pontos vão estando a alturas diferentes sobre o horizonte, erguendo-se até ao meridiano, para baixar em seguida (fig. 12). Na definição de Teodósio, matemático do primeiro século antes de Cristo, considera-se a propriedade da equidistância dos pontos da superfície esférica ao centro; não se erguem nem se abaixam, portanto, estes pontos em relação ao centro da esfera. São estas duas definições que Camões tão engenhosamente resume no trocadilho dos dois primeiros versos da 2.ª parte da estância 78:

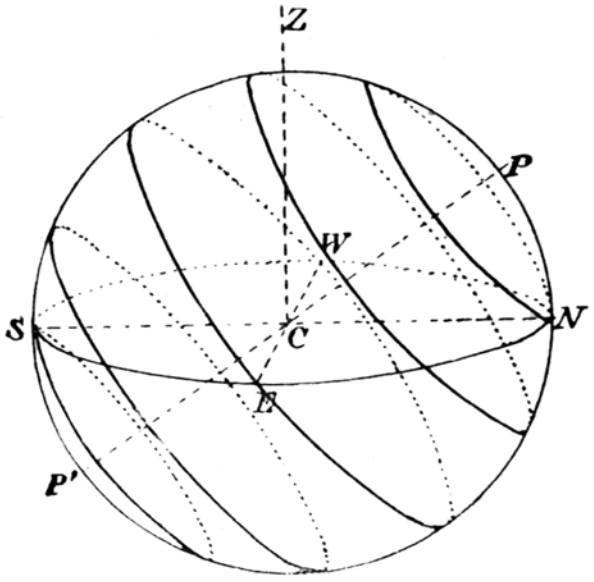

FIG. 12

Voluendo, ora se abaxe, agora se erga,
Nũca sergue, ou se abaxa, & hũ mesmo rosto
Por toda a parte tem, & em toda a parte
Começa & acaba, em fim por diuina arte.

No primeiro verso está resumida a definição de Euclides. A palavra *volvendo* indica que a esfera é uma superfície de revolução; não se refere a movimento da esfera, porque a superfície externa do globo pertence ao undécimo céu, ao Empíreo imóvel. A esfera, *volvendo*, isto é, curvando-se em torno do eixo do Mundo em círculos paralelos, ora se ergue, ora se abaixa em relação a um plano horizontal.

No segundo verso está resumida a definição de Teodósio. A esfera não se ergue nem se abaixa relativamente ao seu centro. E Tétis pode bem mostrar no globo a propriedade da equidistância, porque, sendo ele transparente, o seu centro, onde se vê a Terra, está evidente, como a sua superfície, claramente.

Não só na obra de Sacrobosco, mas também nos outros tratados de astronomia do tempo, era usual darem-se as duas definições conjuntamente, como na *Margarita Philosophica,* tract. I, lib. VII, cap. III, «De Definitione Sphaerae». O poeta resumiu-as em dois versos com o seu engenhoso trocadilho.

Da definição de Teodósio resulta imediatamente que, se cortarmos a esfera por um plano que passe pelo centro, obtemos um círculo de raio igual ao da esfera. A secção feita por qualquer plano passando pelo raio tirado para um ponto da esfera é um círculo máximo. A esfera é, por isso, uma superfície de curvatura constante; tem em todos os pontos e em todas as direcções a curvatura do seu círculo máximo. É esta constância de curvatura que o poeta exprime, quando diz que o globo

hũ mesmo rosto por toda a parte tem,

e quando lhe chama *uniforme*, em seguida, na estância 79:

Vniforme, perfeito, em si sostido,
Qual em fim o Archetipo, que o criou:

Partindo de um ponto qualquer e seguindo um círculo da esfera, volta-se ao mesmo ponto. Na esfera, como no círculo, não há princípio nem fim determinado; e em qualquer ponto o princípio se une com o fim. «& em toda a parte começa & acaba em fim, por divina arte», diz o poeta. *Por divina arte* quer dizer à maneira de

Deus, como Deus. A palavra *arte* é empregada na mesma acepção do final do canto III, estância 22:

> *Esta, o velho que os filhos proprios come,*
> *Por decreto do Ceo ligeiro, & leue,*
> *Veo a fazer no mundo tanta parte,*
> *Criando a Reino illustre, & foi desta arte.*

Em igual sentido é empregada em III, 30:

> *Mas o Principe Affonso, que desta arte*
> *Se chamaua, do Auô tomando o nome,*

«Por divina arte» é equivalente a «segundo o tipo divino», à semelhança de Deus.

No Observatório Astronómico da Universidade existe uma tradução italiana da *Esfera* de Sacrobosco, com anotações e aditamentos, segundo o costume. Intitula-se *Annotationi sopra la lettione della Spera del Sacrobosco, authore M. Mauro Fiorentino*. Impressa em Florença, em 1550.

Além de uma tradução fiel (ad verbum) da *Esfera* de Sacrobosco, compreende: *Vna Spera Theologica Diuina, & Christiana* e *Vna Spera Platonica, con Alcune eccitationi mathematiche, Theologiche & diuine.* Da parte subordinada ao título — *Spera Theologica et Divina* — transcrevemos o seguinte trecho (p. 161), cujo assunto é indicado na margem como constituindo um *Primo presuposito,* e que se relaciona estreitamente com o que vimos tratando:

«Presupponendo la spera materiale, colli suoi dieci circuli (come *figura perfetta*, alla quale non si puo aggiugnere, o minuire cosa alcuna, & doue *il principio è vnito col fine*) significare quella diuina & ideale spera intelligibile, qual' è la nuda, pura, & inuisibile essentia di Dio glorioso & benedetto. Il quale essentialmente solo é *perfetto, &* nõ se li puo aggiugnere cosa alcuna: & è quel cõ il quale il principio è col fine congiũto, anzi è vn' istessa cosa, principio & fine di tutte le cose, non di se stesso, ne da se stesso principiato, per esser' eterno & incomprensibile. Et cosi il circulo & spera, significare quella intelligibile, & Platonica, intellettuale spera, della quale il centro è per tutto, & la circunferencia in nessun' luogo.»

Começaremos por notar que a esfera material com os seus dez círculos é a esfera armilar artificial, cujo estudo é o objecto do segundo capítulo da obra de Sacrobosco, para, por ela, se entender a esfera celestial. Assim o capítulo II do *Tratado da Sphera* intitula-se: «Dos circulos dos quaes a esphera material he composta per que entendemos a celestial». Começa-se por estudar a equinocial, segue-se o zodíaco, os dois coluros e o meridiano e horizonte, ao todo seis círculos máximos; depois estudam-se os quatro círculos menores que são os dois trópicos e os dois círculos polares.

Pressupõe-se primeiro, na *Spera theologica & diuina,* que a esfera material com os seus dez círculos (como figura *perfeita, à* qual não se pode juntar nem diminuir cousa alguma, e onde *o princípio está unido com o fim*) (1), significa aquela divina e ideal esfera inteligível que é a nua, pura e invisível essência de Deus glorioso e bendito. Só ele é essencialmente *perfeito,* não se lhe podendo juntar cousa alguma; é nele que o princípio está junto com o fim, é uma mesma cousa, princípio e fim de todas as cousas, não de si mesmo nem por si mesmo principiado, por ser eterno e incompreensível. E assim o círculo e a esfera significam aquela inteligível e platónica, intelectual esfera, cujo centro está em toda a parte e a circunferência em parte alguma.

Encontram-se aqui duas ideias que Camões também exprime. Na esfera o princípio une-se com o fim, como em Deus: «em toda a parte começa & acaba em fim por diuina arte». A esfera é uma figura perfeita, à qual se não pode juntar nem tirar cousa alguma, como é *perfeito* Deus: também do rotundo globo diz Tétis que é *perfeito,* qual o «archetipo que o criou», isto é, como Deus.

Da obra de Mauro Florentino reproduzimos as duas estampas juntas (figs. 13 e 14). A primeira é a esfera platónica, cuja explicação se pode ler na parte inferior da página. A segunda é a esfera teológica e cristã, composta de dez círculos, seis máximos e quatro menores, como a esfera material, os quais Mauro explica minuciosamente; estes círculos significam as perfeições divinas. Assim a representação de Deus na

(1) «Ce qu'ils appelleront l'espace, ce sera cette sphère d'où ils ne peuvent sortir et sur laquelle, se passent tous les phénomènes dont ils peuvent avoir connaissance. Leur espace sera donc: *sans limites*, puisqu'on peut sur une sphére aller toujours devant soi sans jamais être arrêtê, et cependant il sera *fini*; on n'en trouvera jamais le bout, mais ou pourra en faire le tour». H. Poincaré, *La science et l'hypothèse*; Paris, chap. III. «Les géométries non euclidiennes. La Géométrie de Riemann».

esfera passa da filosofia platónica para a teologia cristã neste curioso livro, metade astronómico, metade teológico, que Camões podia ter lido.

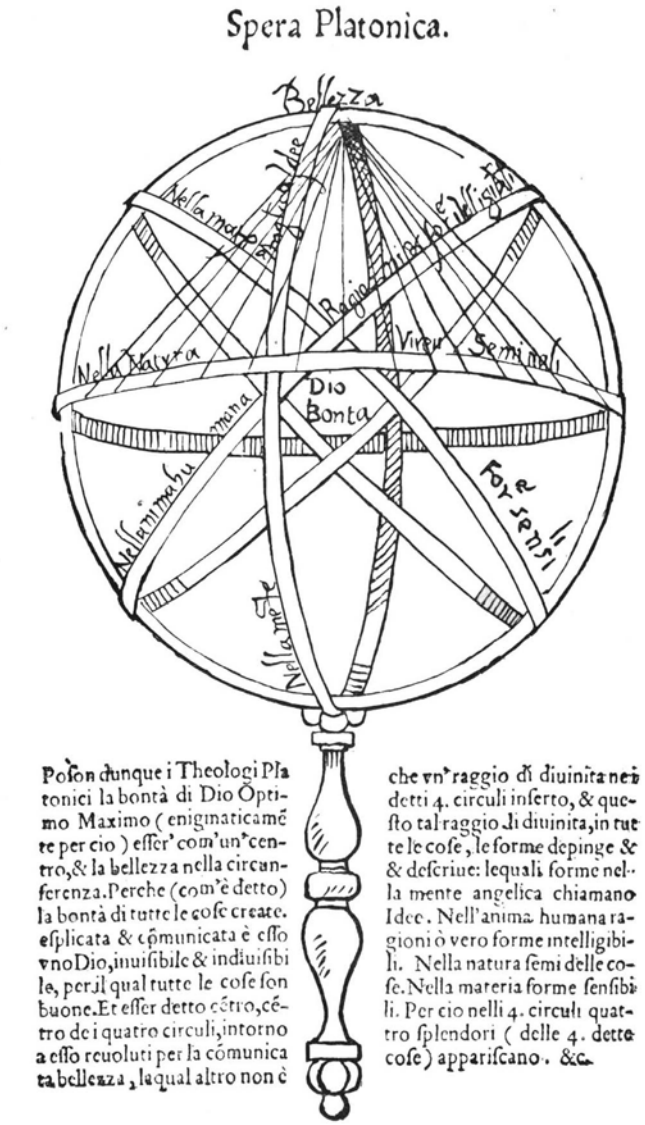

FIG. 13

O termo *archetypo* encontra-se em Sacrobosco. No *Tratado da Sphera* lê-se, na parte do cap. I intitulada «Da redondeza do ceo»:

«Que ho ceo seja redõdo ha tres rezões. Semelhãça. proueito & necessidade. Pella semelhança se proua ho ceo ser redondo porque

este mundo sensiuel: he feito a semelhança do mundo archetypo: em ho qual nam ha principio nem fim. E por isso ho mundo sensiuel tem figura redonda: em a qual não ha principio nem fim.»

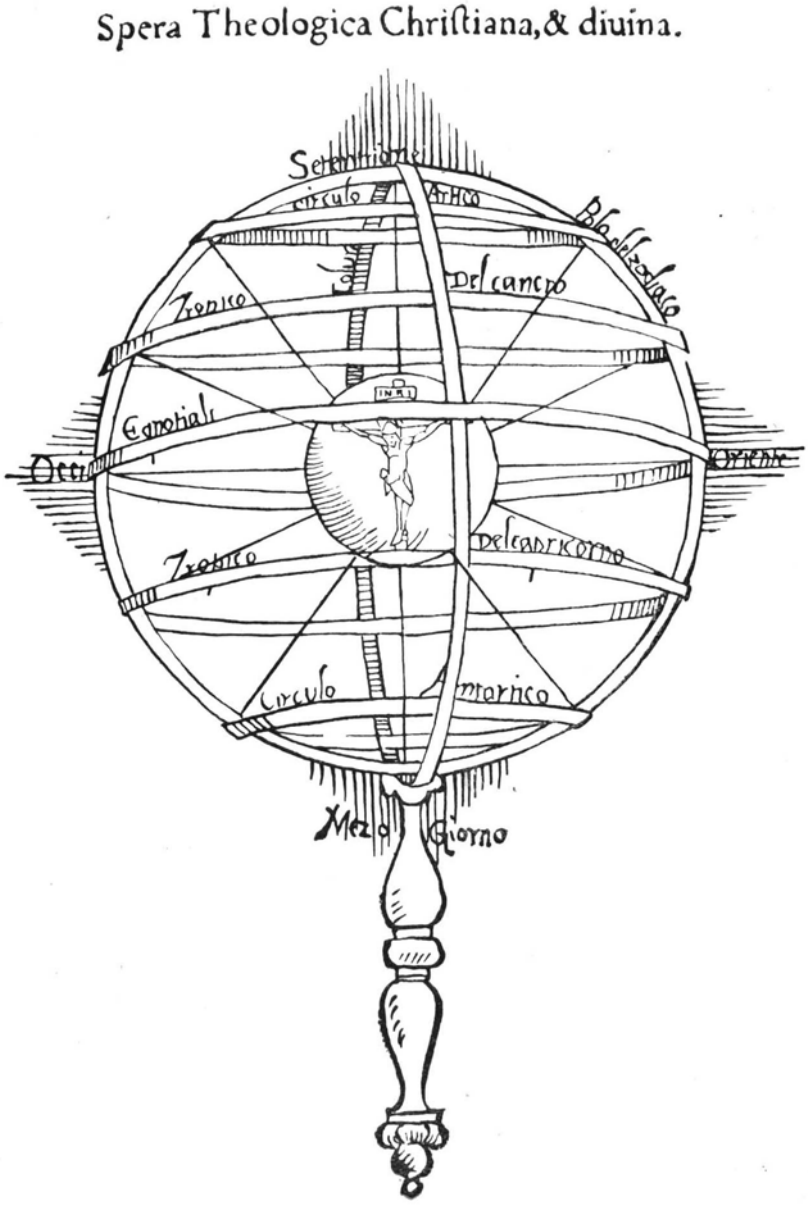

FIG. 14

Compare-se com a estância 80:

Ves aqui a grande machina do mundo,
Eterea, & elemental, que fabricada
Assi foy do saber alto, & profundo,
Que he sem principio & meta limitada,
Quem cerca em derredor este rotundo
Globo, & sua superficia tão limada,
He Deos, mas o q̃ he Deos ninguẽ o entende,
Que a tanto o engenho humano não se estẽde.

O Mundo tem a forma de um rotundo globo, onde não há princípio nem fim determinado, à semelhança de Deus, que é sem princípio nem meta limitada.

O *mundo archetypo* é Deus, que concebe e executa o mundo sensível à sua imagem e semelhança; o artífice é modelo da própria obra.

No célebre *Commentario à Esfera de Sacrobosco* de Clávio, lê-se, a p. 76 da edição de Veneza de 1591 (1):

«A similitudine quidem sic argumentatur. Mundus hic sensibilis fabricatus est ad similitudinem mundi archetypi, id est, Dei optimi Maximi in quo nec est principium nec finem assignare, cum sit infinitus. Debet igitur esse rotundus, ut nõ possit assignari in eo principium neque finis». [«Por semelhança argumenta-se assim. Este mundo sensível foi fabricado à semelhança do mundo arquétipo, isto é, de Deus Óptimo Máximo, no qual, por ser infinito, se não assina princípio nem fim. Deve portanto ser redondo, para se não poder nele assinar princípio nem fim»].

Comentando a mesma passagem de Sacrobosco, diz Vineto na *Sphaera Joannis de Sacro Bosco Emendata, Lutetiae,* 1557, a que já atrás (p. 20) nos referimos:

«Mundus Archetypus hic dicitur ea mũdi forma, quam mente concepit Deus mundum hunc facturus: quae Dei cogitatio eterna est, vt

(1) *Christophori Clauii Bambergensis. S.J., in Sphaeram Joannis de Sacro Bosco Commentarius, nunc tertio ab ipso Auctore recognitus*, *Venetiis*, 1591. Há um exemplar desta edição no Observatório Astronómico [da Universidade de Coimbra].

Deus ipse». [«Chama-se aqui mundo arquétipo àquela forma do Mundo que Deus concebeu na sua mente para fazer este Mundo: a qual cogitação de Deus é eterna, como ele próprio»].

Esta definição não é, porém, distinta da anterior, porque, como diz Pedro Ciruello Darocence, no seu comentário à mesma passagem: «ydea vero ĩ deo nõ distinguitur re ab essentia diuina» (1); («em Deus a ideia não se distingue realmente da sua essência»).

Na *Margarita Philosophica,* tract. I, lib. VII, cap. IIII**,** lê-se:

«Factus est enim mundus sensibilis ad similitudinẽ & exemplar mundi intellectualis archetypi & ideae mentis diuinae, in quo nec est principium nec finis, sicut & in figura sphaerica. Vnde Boetius. Tu cuncta superno Ducis ab exẽplo, pulchrum pulcherimus ipse Mundum mente gerens, similique imagine formans. Consentiunt Plato & Mercurius trismegistus.» [«O mundo sensível foi pois feito à semelhança e imagem do mundo intelectual arquétipo e ideia da mente divina, em que não há princípio nem fim, assim como na figura esférica. Donde Boécio: Tu tudo derivas do supremo exemplo, tu que és belíssimo, geras na mente um mundo belo e em semelhante imagem o formas. Nisto concordam Platão e Hermes Trismegisto»].

O Mundo arquétipo é, pois, em última análise, o próprio Deus. Que as propriedades da esfera reflectem os atributos divinos di-lo o poeta na expressão «por divina arte», com que termina a estância 78, e no verso «qual em fim o Archetipo, que o criou» da estância imediata.

Mas a geometria esférica não desvenda, afinal, de modo satisfatório, o divino mistério, pois que

> *...o q̃ he Deos ninguẽ o entende,*
> *Que a tanto o engenho humano não se estẽde.*

(1) *Johannis de sacro busto sphere textum vna cum additionibus non aspernandis Petri Cirueli D., Parisiis, Jehan Petit*, 1515. Existe um exemplar na Biblioteca [Geral] da Universidade [de Coimbra].

VI

A GRANDE MÁQUINA DO MUNDO

1. No canto X faz Tétis aos argonautas portugueses uma lição de mecânica celeste segundo a teoria da escola de Alexandria.

O princípio matemático que anima a astronomia grega, dando lugar a observações e cálculos de admirável persistência e subtileza, é a explicação dos movimentos periódicos dos astros, que já aos Caldeus e Egípcios se mostravam tão complicados nas suas observações da Lua e dos planetas, por uma sobreposição de movimentos periódicos da forma mais simples, isto é, de movimentos circulares e uniformes. Os mais complicados movimentos celestes foram, dentro dos limites de precisão que permitiam atingir os instrumentos de observação à vista desarmada, representados com grande felicidade e sucesso pela aplicação daquele pensamento matemático. Os planetas movem-se em círculos *(epiciclos)* cujos centros se deslocam sobre outros círculos *(deferentes)* excêntricos em relação à Terra, colocada no centro do Mundo, resultando da combinação daqueles movimentos as suas *estações* e *retrogradações*. O complexo sistema epicíclico de Cláudio Ptolomeu, de Alexandria, último grande cultor da astronomia grega, é uma admirável concepção geométrica do Universo que permite a construção de tábuas dos movimentos do Sol, da Lua e dos planetas. As posições observadas confirmam depois as posições calculadas, provando o superior engenho dos grandes espíritos matemáticos que foram gradualmente desenvolvendo o sistema.

Num esforço admirável, coroado de felizes resultados, se aplicou constantemente o génio grego à resolução do complicado problema dos astros errantes, definido por Platão nos mesmos termos em que já o consideravam os Pitagóricos: achar movimentos circulares uniformes e do mesmo sentido, de cuja combinação resultem as aparências do curso dos planetas. Eudóxio de Cnido pretendia salvar tais aparências

pelo engenhoso sistema das esferas homocêntricas que Aristóteles adopta por se conformar com um dos princípios fundamentais da sua Física: as esferas celestes, feitas de quinta-essência, não podem ter outro movimento senão o de rotação uniforme, à volta de um corpo grave, imóvel no seu centro, e imóvel é só a Terra. Mas tal sistema sofre de um defeito primordial. Se os planetas são levados em esferas, todas geocêntricas, girantes umas dentro das outras, eles ficarão sempre à mesma distância da Terra, destituídos, portanto, de apogeu e perigeu. Ora a observação mostra o contrário. A mudança evidente de brilho dos planetas, como Marte e Vénus; a variação do diâmetro aparente da Lua, avaliada na proporção de doze dedos, no perigeu, para onze, no apogeu; os eclipses centrais do Sol, ora anulares, ora totais; tais fenómenos eram conhecidos e bem mostravam que o Sol, a Lua e os outros planetas se não conservavam, em seus cursos, à mesma distância da Terra e por isso não podiam considerar-se transportados sobre esferas girantes geocêntricas. Contudo, semelhante sistema, por ser o único conforme com a Física peripatética, terá defensores durante vinte séculos, porque haverá, em tão longo período, quem prefira a autoridade de Aristóteles ao testemunho dos próprios olhos.

A astronomia heliocêntrica, definida por Aristarco de Samos no século III a. C., salvava de uma maneira qualitativa as grandes desigualdades planetárias, mas, como planta brotada prematuramente, não pôde desenvolver-se a ponto de fornecer as regras minuciosas necessárias para o cálculo das efemérides dos astros errantes. Outra teoria, a dos excêntricos e epiciclos, veio satisfazer os desejos dos astrónomos, deixando no olvido a audaciosa concepção que punha a Terra e os planetas em movimento em torno do Sol, concepção que só veio a dominar nos tempos modernos, retomada por Copérnico.

Apolónio de Perga desenvolve a teoria geométrica dos epiciclos e excêntricos. Hiparco, que a aplica ao caso particular do Sol, menos complicado, mostra que as desigualdades de duração das estações, reveladora do movimento irregular anual do Sol ao longo da eclíptica, se pode explicar fazendo-o percorrer com velocidade constante, quer um simples círculo excêntrico à Terra, quer um epiciclo cujo centro descreve, em sentido contrário, no mesmo tempo, um círculo geocêntrico. Qual destas duas teorias se devia preferir? Hiparco, a quem impressionava a explicação de um mesmo fenómeno por duas hipóteses diferentes, preferia a do epiciclo, que julgava corresponder à realidade. Ptolomeu adopta o excêntrico pelo princípio que, de duas teorias,

igualmente aptas a explicar um fenómeno se deve escolher a mais simples. Hiparco apenas completou o estudo da órbita solar dando-lhe uma excentricidade de 0,04166 e situando o apogeu do Sol em 5 graus e meio do signo dos Gémeos. Herdeiro da rica tradição científica e filosófica da Grécia, Ptolomeu trata de completar pelo método mais rigoroso a teoria dos seis restantes planetas, fazendo-os mover em epiciclos cujos centros são levados sobre circunferências excêntricas à Terra. Assim satisfaz os votos dos astrónomos ansiosos de cânones para o cálculo de tábuas de posições exactas dos planetas, tábuas que a observação confirme dentro dos limites dos erros dos instrumentos. Mas descontenta os adeptos intransigentes da Física peripatética, cujos princípios julgam ameaçados pelo autor da *Magna Sintaxe.*

Que valor deve, afinal, atribuir-se às combinações matemáticas concebidas para explicação do curso dos astros? O senso crítico dos Gregos acabou por considerar os epiciclos e excêntricos como meras ficções geométricas, destituídas de realidade objectiva, mas úteis como base para os cálculos astronómicos. O próprio Ptolomeu assim se manifesta na sua *Magna Sintaxe Matemática da Astronomia*. As várias rotações sobre epiciclos e deferentes são, segundo ele, puros artifícios de cálculo, e o único princípio que deve guiar o astrónomo na escolha das hipóteses é o da maior simplicidade. Mas não deve hesitar-se em juntar combinações mais complexas sempre que seja preciso para salvar as aparências, isto é, para levar a coincidirem as posições calculadas dos astros com as posições observadas com os instrumentos.

Quando, depois, os Árabes se dedicam à astronomia, aceitam as hipóteses dos Helenos, às quais apenas acrescentam magros aperfeiçoamentos. Mais propensos, porém, à imaginação do que às concepções meramente abstractas, os Árabes preferem um modelo visível e palpável dos movimentos astrais, que consideram como representação da realidade, composto de esferas sólidas girando nas regiões celestes de modo a realizarem os epiciclos e excêntricos, apresentados na *Magna Sintaxe* como hipóteses fictícias. Mas não foram, mesmo nisto, originais, pois para a constituição deste modelo físico-mecânico nada mais fizeram do que adoptar o que se lia noutra obra de Ptolomeu, as *Hipóteses dos Planetas.* Ibn al-Haitam apenas copia Ptolomeu.

A teoria astronómica da escola alexandrina é sucessivamente afinada durante 400 anos de observações e cálculos dos astrónomos árabes. Cultivado depois pelos astrónomos europeus, o sistema ptolomaico tem por fim, com o renovamento dos estudos de literatura grega da

Renascença, uma nova Alexandria na cidade de Nuremberga, com os trabalhos de Regiomontano e seus sucessores.

Está então reunido o material científico que permite ao génio de Copérnico a simplificação do sistema. Havendo no conjunto dos movimentos dos planetas ciclos percorridos por todos eles, no mesmo tempo em que o Sol faz a volta do zodíaco, em planos paralelos à eclíptica; e havendo uma estreita dependência entre as posições nesses ciclos e as posições do Sol no seu curso anual, concluiu Copérnico que esses movimentos eram devidos a uma acção comum que não podia ser senão a translação da Terra em torno do centro comum dos movimentos planetários: o Sol. Afirmando a rotação da Terra e o seu movimento em torno do Sol, Copérnico não se limita a repetir as ideias de Aristarco de Samos, que, no terceiro século antes de Cristo, ensinava já a rotação e translação da Terra à volta do Sol. Copérnico funda as suas afirmações nas observações e cálculos de tantas gerações passadas, resumidas na teoria de Ptolomeu, afinada e completada pelos astrónomos árabes e europeus. Meditando o sistema, Copérnico simplificou-o; tornando-o heliocêntrico, suprimiu muitos círculos; a rotação da Terra aliviou as estrelas da acção do primeiro e do segundo móbil. Baseado no princípio do movimento circular e uniforme, o seu sistema é ainda uma combinação de excêntricos com alguns epiciclos.

O livro *De Reuolutionibus* de Copérnico foi publicado em 1542, mas durante meio século o sistema conta apenas um pequeno número de aderentes ([1]). Quando por 1570 o astrónomo dinamarquês Ticho-Brahe visita a Alemanha, encontra aí a aspiração, também dominante em França e Itália, por uma *Astronomia sine hypothesi;* a doutrina de Copérnico não parecia suficientemente justificada pelo material de observação em que se fundava; ansiava-se por uma larga série de observações planetárias de maior precisão, que decidisse a contenda dos astrónomos.

([1]) No *Reportório dos Tempos* de André do Avelar, Lisboa, 1590, fl. 26 v., lê-se: «prouase tambem com muitas demonstrações sua (da Terra) immobilidade, ainda que aja auido muitos varões muy doctos, que disseram mouer-se a terra, como foi Pythagoras, & em nossos tempos Copernico, q̃ disse estar o sol no meyo do mundo quieto & fixo, & a terra ser a que se mouia, & ainda que este doctissimo astronomo suppos isto para suas demonstrações, não he de crer que entendesse ser assi verdade, senão que deu à terra aquelles mouimentos, para milhor conseguir seu intento, como tambem o fez Ptolomeo, pondo hũa vez Eccentricos, & outra concentricos com Epiciclos, & de qualquer maneira concluio & aprouou o que queria, que era saber as apparencias dos Planetas». O mesmo se repete nas edições de 1594 e1602.

Ticho-Brahe, nada inclinado à ideia do movimento da Terra, tomou sobre si essa tarefa. Observador admirável, conseguindo reduzir a um minuto os erros das medições instrumentais sem luneta, acumula durante vinte e um anos, no seu Observatório de Uranienburgo, na pequena ilha de Hveen, um vasto registo de observações do planeta Marte, que, pela sua grande excentricidade, estava destinado a decidir a contenda. Quando em 1601, exilado, morria em Praga, exclamando, no delírio da febre, «ne frustra vixisse videar» («creio que não tenho vivido debalde»), deixava Kepler, que lhe assistia aos últimos momentos, na posse das suas preciosas observações, donde o sistema de Copérnico havia de sair confirmado e purificado.

Sabendo ser de 687 dias a duração da revolução sideral de Marte em torno do Sol, Kepler, adepto da doutrina copernicana, teve a ideia de associar as observações de Ticho duas a duas, reunindo aquelas que separavam um intervalo de 687 dias e que correspondiam, portanto, à mesma posição do planeta na sua órbita. Tomando para órbita da Terra uma circunferência, suposição bastante aproximada em virtude da sua pequena excentricidade, as cordas de ligação daqueles pares de pontos eram bases de triângulos tendo por vértices opostos as diversas posições de Marte, que assim pôde marcar por pontos, independentemente de qualquer outra hipótese. Restava fazer passar por esses pontos, marcados numa folha de papel como uma piquetagem no terreno, uma curva com os desvios permitidos pelos erros de observação. A adopção dum excêntrico dava desvios de 8 minutos na perspectiva de Marte e os erros de Ticho não excediam 1 minuto; a órbita circular estava, pois, condenada. Depois de muitas tentativas, Kepler, conhecedor da teoria das secções cónicas de Apolónio (230 a. C.), acaba por verificar que uma elipse satisfaz às observações tichonianas.

Em 1609 publica Kepler as suas duas primeiras leis, a lei do movimento elíptico e a lei das áreas, no seu famoso livro *De Stella Martis*. O sistema de Copérnico é depurado definitivamente dos excêntricos e epiciclos. Uma concepção geométrica mais bela do Universo se contém nas leis de Kepler. Os planetas descrevem elipses com um dos focos no Sol; e os raios vectores dirigidos do Sol para os planetas, variando de comprimento nos diferentes pontos da elipse, vão varrendo áreas iguais em tempos iguais. A terceira lei, a chamada lei harmónica, que liga os tempos de revolução dos planetas com os eixos maiores das órbitas, só foi publicada em 1618. Como aplicação das novas

leis, calculou Kepler as *Tábuas Rudolfinas*, com aplicação à navegação; a teoria das cónicas de Apolónio, dum valor puramente especulativo durante tantos séculos, passa assim a auxiliar os pilotos nas derrotas marítimas.

Das três leis de Kepler pôde Newton deduzir a lei da atracção na razão directa das massas e inversa do quadrado das distâncias, que ele publicou na sua grande obra *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, Londres, 1687, depois de a ter meditado durante vinte anos. Com uma concisão notável, diz o professor Bouasse, da Universidade de Tolosa:

«L'ambition du physicien est de reconstruire le monde par voie syllogistique à partir d'un principe assez général» (1).

Este princípio é hoje, na astronomia, a lei de Newton. Partindo da lei da atracção newtoniana, pôde Laplace reconstruir o mundo solar por meio do silogismo que ele intitulou *Tratado de mecânica celeste*.

Da sucinta exposição que acabamos de fazer resulta que a lei de Newton, pedra angular da astronomia moderna, é uma conquista da humanidade na procura de leis cada vez mais simples e mais gerais, em concordância com o rigor crescente das observações; ela não podia ter sido formulada por um só homem. E a teoria astronómica da escola alexandrina foi uma das gloriosas *etapas* no progredir incessante da ciência, a qual, segundo Mach (2), se pode considerar um problema de *mínimo:* expor os factos o mais perfeitamente possível com o *mínimo dispêndio intelectual*. Aquela teoria merece a nossa admiração, e não o desdém daqueles que, familiarizados hoje com a concepção heliocêntrica de Copérnico, se julgam capazes de ter podido dar alguns conselhos a Ptolomeu.

Do sistema ptolomaico não há em língua nenhuma tão grandioso e belo resumo como a descrição que nos deixou a lira de Camões.

2. Depois dos estudos feitos nos capítulos anteriores, podemos seguir agora mais ràpidamente a descrição da máquina do Mundo que

(1) *De la méthode* dans les *sciences*, Paris, F. Alcan.
(2) E. Mach, *Die Mechanik in ihrer Entwicklung.*

começa na estância 75 do canto X. Restringir-nos-emos, o mais possível, à parte puramente astronómica:

Despois que a corporal necessidade
Se satisfez do mantimento nobre,
E na armonia & doce suauidade,
Virão os altos feitos, que descobre,
Thetis de graça ornada, & grauidade,
Pera que com mais alta gloria dobre,
As festas deste alegre & claro dia,
Pera o felice Gama assi dizia.

Faz te merce barão a Sapiencia
Suprema, de cos olhos corporais
Veres, o que não pode a vã ciencia
Dos errados & miseros mortais:
Sigueme firme, & forte, com prudencia
Por este monte espesso, tu cos mais.
Assi lhe diz, & o guia por hum mato
Arduo, difficil, duro a humano trato.

Não andão muito que no erguido cume
Se acharão, onde hum campo se esmaltaua,
De Esmeraldas, Rubis, tais que presume
A vista, que diuino chão pisaua:
Aqui hum globo vem no ar, que o lume
Clarissimo por elle penetraua,
De modo que o seu centro esta euidente,
Como a sua superficia, claramente.

Neste monte espesso, de mato árduo, difícil a humano trato, por onde é preciso seguir firme e forte com prudência, está bem simbolizado todo esse longo trabalho de pacientes observações e laboriosos cálculos, todo esse dispêndio de engenho de tantos homens de superior capacidade em procura das leis que regem os movimentos dos astros. E a teoria a que se chegou, dum subido valor, não só pelo trabalho que custou como pelos benefícios que dela se colhem, é o erguido cume, esmaltado de rubis e esmeraldas, chão divino, donde é permitido, através do modelo criado, abranger a complicada variedade dos

fenómenos astronómicos, prevê-los em cálculos prévios nas preciosas tábuas, bem conhecidas dos navegadores portugueses.

A concepção astronómica da escola de Alexandria era para Ptolomeu um modelo puramente matemático; as suas esferas são apenas fórmulas matemáticas, auxiliares geométricas para o cálculo das posições dos astros. Para os astrónomos árabes, porém, como Albaténio, as esferas são sólidas, à maneira de Aristóteles; são peças, com existência física, do vasto maquinismo pelo qual os corpos celestes são postos em movimento. Purbáquio, nas suas *Teóricas*, adoptou as esferas sólidas dos Árabes, feitas de quinta-essência, com as dimensões suficientes para, dentro delas, terem livre jogo os deferentes e epiciclos de cada planeta. O modelo criado para a concepção do Universo deixa, pois, de ser puramente geométrico; é um modelo físico-mecânico. É a máquina do Mundo, que ao Gama e companheiros é dado ver com os olhos corporais.

Cícero e Materno contam que Arquimedes, o grande matemático siracusano, fabricara uma esfera de vidro onde se via a constituição dos céus e sua disposição e movimentos. Clávio descreve, no seu *Comentário à Esfera de Sacrobosco* (p. 17 da edição citada), esta admirável esfera onde os globos dos planetas, especialmente os do Sol e da Lua, caminhavam com os seus movimentos próprios, exactamente como no céu, tal era a perfeição e certeza com que essa esfera vítrea, realizada pela indústria e arte de Arquimedes, imitava a esfera celeste. Faria e Sousa cita também o globo de Arquimedes, que mereceu ao poeta Claudiano um epigrama laudatório.

Mas no tempo mesmo de Camões uma admirável representação dos movimentos celestes, como nunca se construíra outra, deleitava o imperador Carlos V (1500-1558) no seu retiro no mosteiro de S. Justo. Ao Dr. José Maria Rodrigues devemos esta interessante notícia. Na coluna 733 do *Supplementum Historiarum ab Orbe Condito M. Antonii Coccii Sabellici, ex Paulo Jovio atque Aliis*, lê-se (1):

«Hunc locum sibi delegit Carolus Caesar, ubi uitam procul ab omnibus negotijs & strepitu ageret, instrumento illo mirabili oblectatus,

(1) É o tomo terceiro da obra *M. Antonii Cocii Sabellici Opera Omnia*, Basileia, 1560. A transcrição é feita do exemplar existente na Academia das Ciências de Lisboa. Parece haver aqui um erro tipográfico onde se lê «...omnẽ coelestium orbium, siderum & motuũ...», devendo provàvelmente ser «...omnẽ coelestium orbium, & siderum motũ...».

in quod Leonellus mathematicus insignis, omnẽ coelestium orbium, siderum & motuũ addito etiam octauae sphaerae motu perpetuo, diuino prorsus artificio, incluserat: huiusmodi machina nullis retro seculis, neque audita est neque uisa.»

Sabélico mostra-nos o imperador Carlos V passando os seus dias no mosteiro de S. Justo, longe dos negócios e bulício do Mundo, encantado com o instrumento admirável onde o insigne matemático Leonelo incluíra uma representação completa das esferas celestes e dos astros com seus movimentos, juntando também o movimento perpétuo da oitava esfera. Nunca se vira nem ouvira falar duma máquina assim nos séculos passados.

Este movimento perpétuo da oitava esfera é o movimento de trepidação que lhe é próprio. Podia assim ver-se neste aparelho o curso ordenado das estrelas em torno dos *axes* da oitava esfera, os pontos equinociais médios, pólos do movimento de trepidação, a que Camões se refere na estância 87.

Deste famoso aparelho de Leonelo devia Camões ter tido conhecimento. Teria ele visto algum modelo semelhante?

De globos terrestres fazia-se no século XVI um grande comércio em Lisboa, globos muito artìsticamente iluminados, mas muito errados, como se queixa Pedro Nunes no *Tratado em Defensam da Carta de Marear:*

«Mas isto he mais pera espantar: que fazendose cada dia nesta cidade: globos muito fermosos: & custosos: nos quaes por serem conformes ao mundo perque andamos nam cabe nenhũ engano: por carecerem de sciẽcia: os que os fazem & os que os mãdam fazer: cometem nelles dobrados erros: (...): posto que nos taes globos aja muyto ouro: & muytas bãdeyras, Alifantes & Camelos: e outras cousas iluminadas...»

A máquina do Mundo, porém, que Tétis mostra aos Portugueses não é feita de cristal, nem de armilas metálicas, nem movida por aparelhos de relojoaria. É um simples «trasunto reduzido» do Mundo em pequeno volume, como se diz na estância 79, composto dos quatro elementos no centro e da quinta-essência na região celestial, e tendo os movimentos naturais ([1]); é o modelo do Universo como o concebia a ciência do

([1]) Aristóteles tomava o movimento em sentido mais amplo do que hoje se faz, considerando como tal todas as mudanças sofridas pela matéria, classificadas por ele em quatro espécies:

tempo. Um globo como esse que vêem no ar, nenhum mortal lograra ver com os olhos corporais, como agora aos Portugueses fazia mercê a Sapiência suprema:

> *Qual a materia seja não se enxerga,*
> *Mas enxergasse bem que estâ composto,*
> *De vários orbes, que a diuina verga*
> *Compos, & hum centro a todos so tem posto:*

Não se enxerga a matéria que compõe a parte celestial, porque a quinta-essência não pode ser apreendida pelos sentidos, vendo-se através dela a Terra no centro. Mas enxerga-se bem que está composta de vários orbes concêntricos à Terra; quer dizer, neste globo transparente podem distinguir-se os contornos aparentes das onze esferas e, portanto, uma série de círculos concêntricos, como na figura

---

substanciais *(secundum quid)*, quantitativas *(secundum quantum)*, qualitativas *(secundum quale)* e locais *(secundum ubi)*. Estas últimas constituem o movimento local, o movimento no sentido moderno, o qual, segundo ele, precede por natureza e determina todos os outros movimentos: gerações e corrupções, dilatações e contracções, e alterações de qualquer qualidade. Ora, segundo a Física do filósofo estagirita, há três modos de movimento local: o movimento rectilíneo, o circular, e o misto, isto é, composto dos dois primeiros, correspondentes aos que actualmente se chamam *de translação e de rotação.* Além disso, o universo é de dimensões finitas e tem por limite a esfera exterior, a das estrelas fixas, para além da qual nada existe, nem mesmo o vazio. Não pode, pois, existir uma recta de comprimento infinito, visto que nenhuma pode exceder o comprimento do diâmetro do universo, e, assim, não pode haver movimento rectilíneo eterno, sempre no mesmo sentido. Só o movimento de rotação pode continuar indefinidamente idêntico a si mesmo, e por isso a rotação uniforme é o primeiro dos movimentos locais. Aristóteles, tratando do tempo na sua *Física*, livro IV, define-o: «O tempo é o número relativo ao movimento quando neste se considera uma parte que precede e outra que se segue». E a respeito da sua medida exprime-se assim: «O primeiro dos movimentos é o movimento local, e o primeiro dos movimentos locais é a rotação; demais, todas as coisas são contadas por meio de uma coisa no mesmo género, um conjunto de unidades por meio de uma unidade, e do mesmo modo o tempo deve ser contado por meio de um certo tempo bem determinado; ora, como dissemos, o movimento mede o tempo e recìprocamente o tempo mede o movimento, e assim tem lugar, porque, por meio de um movimento determinado em duração, se podem medir conjuntamente a grandeza do movimento e a duração do tempo; portanto, se o que é primeiro é a medida de todas as coisas do mesmo género, a rotação uniforme é a medida por excelência, porque ela é o movimento cujo número é melhor conhecido». Neste passo Aristóteles não se refere a uma rotação uniforme qualquer, mas especialmente à do orbe supremo, a esfera movida pela influência imediata do primeiro motor imóvel, a causa divina primária. Por isso conclui: «Eis porque o tempo parece ser o movimento da esfera; é, com efeito, por este movimento que são medidos todos os outros movimentos, e por ele é também medido o tempo». Themistius, na sua *Paráfrase das Físicas de Aristóteles*, diz explìcitamente: «Qual será, pois, este primeiro movimento que deve servir para medir o tempo? Tem de ser um movimento local, mas não um qualquer; será o movimento local que é a revolução de todo o universo». E conclui: «Não emitiram uma opinião desarrazoada os que disseram: o tempo é o movimento de revolução do Céu». (P. Duhem, *Le système du monde, Histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic,* t. I, Paris, 1913, pp. 181-189).

junta (fig. 15), que extraímos da *Margarita Philosophica* e que mostra, representadas por círculos, as sete esferas planetárias desde a da Lua

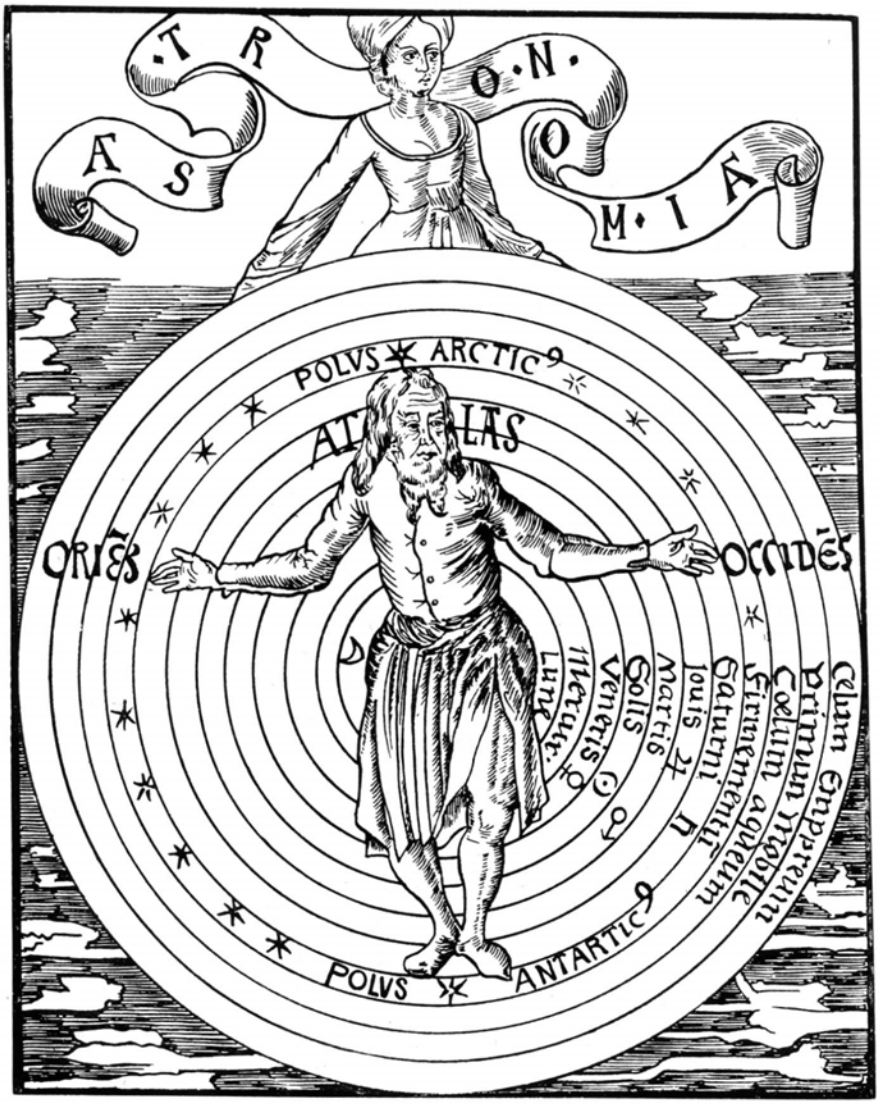

FIG. 15 — A máquina do mundo, gravura extraída da *Margarita Philosophica*, lib. VII, tract. I, cap. V (nas dimensões do original)

até à de Saturno, o Firmamento, o Céu áqueo ou Cristalino, o Primeiro móbil e, finalmente, o Empíreo. Quando o poeta emprega o termo círculo, como em 85:

Debaxo deste circulo onde as mundas
Almas diuinas gozão, que não anda,

não emprega *círculo* como sinónimo de *esfera*; designa a superfície pela curva do seu contorno aparente, pela curva que à vista a está representando.

Completando a estância 78, diz o poeta:

Voluendo, ora se abaxe, agora se erga,
Nũca sergue, ou se abaxa, & hũ mesmo rosto
Por toda a parte tem, & em toda a parte
Começa & acaba, em fim por divina arte.

Já vimos no capítulo anterior que no primeiro verso se exprime que a esfera é uma superfície de revolução, podendo supor-se gerada pelo movimento de uma semicircunferência em torno da linha dos pólos, subindo e descendo relativamente ao horizonte. No segundo verso está expressa a propriedade da equidistância ao centro, não subindo nem descendo a superfície esférica em relação a este ponto; e *um mesmo rosto* traduz a propriedade de a esfera ser uma superfície de curvatura constante. Enfim, começando e acabando em qualquer ponto, não tem princípio nem fim determinado, unindo-se o princípio com o fim, por divina arte, isto é, segundo o divino exemplar. Esta semelhança com Deus é completada na estância seguinte:

Vniforme, perfeito, em si sostido,
Qual em fim o Archetipo, que o criou:
Vendo o Gama este globo, comouido
De espanto & de desejo ali ficou,
Dizlhe a Deosa, O trasunto reduzido
Em pequeno volume aqui te dou,
Do mundo aos olhos teus, pera que vejas
Por onde vas, & yrás, & o que desejas.

A máquina do Mundo, assim mostrada ao Gama, como transunto reduzido do Universo, tal qual o concebia a ciência do tempo, divide-se em duas regiões: etérea e elementar.

«Vniuersalis autem mundi machina in duo diuiditur, in aetheream scilicet, & elementarem regionem», diz Sacrobosco. Na tradução de Pedro Nunes lê-se: «A vniuersal machina do Mundo se diuide em duas partes. Celestial: & elemental. A parte elemental he sojeita a cõtinua alteração: & diuide-se ẽ quatro .s. terra a qual está como centro do

mundo no meo assentada: seguese logo a Agoa & per derredor della ho aar. & logo ho fogo puro que chega ao ceo da lua: segũdo diz Aristoteles no liuro dos metheoros (1): porque assi os assentou deos

(1) O sistema do Mundo concebido por Aristóteles estabelece uma profunda distinção entre os Céus, região de ordem imutável e do movimento circular, e o espaço inferior à esfera da Lua, região da mutabilidade e do movimento rectilíneo. Esta segunda região é ocupada pelos quatro elementos, dos quais a Terra ocupa o lugar mais próximo do centro, seguindo-se a água, depois o ar e por cima o fogo, não havendo, porém, limites definidos a separar os elementos. Tudo o que fica adentro do orbe lunar está sujeito à geração e corrupção. Acima deste orbe ficam as esferas celestes, feitas de éter ou *quinta-essência*, substância cristalina imutável, incorruptível, distinta dos quatro elementos. Ora Aristóteles distingue três espécies de movimento: o rectilíneo, o circular e o misto, composto dos dois primeiros. A cada substância simples corresponde um só movimento natural, que deve ser também simples, portanto um movimento de pura translação, o rectilíneo, segundo a vertical, ou um puro movimento de rotação em volta da Terra, o que ele chama circular. Este último, único que pode efectuar-se eternamente no mesmo sentido, convém, por natureza, ao éter, substância celeste. O movimento rectilíneo é o natural aos corpos corruptíveis e geráveis; ele não pode prosseguir eternamente no mesmo sentido porque o Universo é finito e nenhum móvel pode ultrapassar os seus limites. As translações simples, sempre executadas na direcção vertical, são de duas espécies: centrípetas, de cima para baixo, e este é o movimento natural dos corpos *graves;* ou centrífugas, de baixo para cima, e este é o movimento natural dos corpos *leves*. O corpo mais leve, o fogo, subirá verticalmente até ao orbe etéreo da Lua, inultrapassável. O corpo mais pesado, a Terra, descerá até ao centro do Mundo, não podendo prosseguir além, pois começaria nesse ponto uma ascensão contrária à sua natureza. Se um corpo grave sobe, ou um leve desce, é porque sobre ele actua um motor estranho e o seu movimento deixa de ser natural para ser *violento*. Do mesmo modo, só por violência um corpo sublunar segue uma trajectória diferente da vertical. Os astros, tanto fixos como errantes, são transportados em esferas homocêntricas segundo o sistema de Eudóxio, adoptado pelo Estagirita, e assim se movem todos em esferas cujo centro é o da Terra, guardando sempre a mesma distância relativamente a ela. Não sofrem, pois, deslocamento no sentido vertical, executando um movimento circular simples, uma pura rotação, sem translação alguma, centrípeta ou centrífuga.

Quando, com Hiparco e Ptolomeu, se fizeram mover os planetas em esferas excêntricas, clamaram os adeptos da Filosofia de Aristóteles que tal doutrina era contrária à teoria peripatética dos movimentos naturais. Um planeta, descrevendo um círculo excêntrico, ora se afasta da Terra até o apogeu, ora se aproxima até o perigeu. Assim, andando os astros errantes em volta da Terra a distâncias variáveis, o seu movimento não seria circular simples no sentido aristotélico, mas composto de circular e rectilíneo, ora centrífugo ora centrípeto. Isto mesmo se encontra precisamente expresso no seguinte passo do tratado *Sobre a Quinta-essência* de Xenarco, defensor das teorias de Ptolomeu contra os peripatéticos, passo que se encontra transcrito por Simplício no seu comentário aos livros *De Coelo* de Aristóteles:

«Se Alexandre (de Afrodísias) bem exprimiu o pensamento de Aristóteles, este ensina que só são movimentos puramente circulares os que têm lugar em volta do centro do Universo. Se assim é, movimentos circulares, que não tenham por centro o próprio centro do Universo, não são nem circulares puros nem movimentos simples; segundo a opinião dos astrónomos, os astros efectuam no seio das suas esferas movimentos próprios em volta do centro particular em cada um deles; estes astros, em tais movimentos, não efectuam rotações homocêntricas ao Universo; é evidente, pois, que nem estes astros, nem seus epiciclos, nem seus orbes, chamados excêntricos, efectuam um movimento puramente circular e simples; o seu movimento é misturado de movimento para o alto ou de movimento para baixo. Mas, ainda que estes movimentos sejam contrários às hipóteses de Aristóteles, não é por isso menos manifesto que o mesmo astro se mostre ora mais próximo da Terra ora mais afastado dela.»

E mais adiante acrescenta Xenarco:

«Quando a esfera de Vénus gira sobre si mesma, Vénus, que, por seu turno, se move em seu próprio epiciclo, ora se aproxima da Terra ora dela se afasta. O mesmo sucede com os outros astros

glorioso & alto. E estes quatro sam chamados elemẽtos: os quaes hũs dos outros se alteram & corrompem & tornã a gerar. Sam os elementos corpos simprezes que se nam podem partir em partes de diuersas formas: pella mistura dos quaes se fazem diuersas species das cousas que se geram. E cada hum dos tres cerca de todo a terra per derredor: se não quanto a secura da terra resiste ha humidade da agoa pera viuença de algũs animaes. E todollos outros afora a terra se mouem: a qual como centro do mundo com seu peso: foge igualmente de todallas partes o grande mouimento dos estremos: & fica no meo da redonda Sphera.

«Iunto da regiam dos elementos: esta logo a regiam celestial lucida: & pello seu ser ĩmudauel he liure de toda mudança: tẽ contino mouimento circular: & chamaranlhe os philosofos Quinta essencia.»

A distinção entre as regiões etérea e elemental é indicada na estância imediata:

Ves aqui a grande machina do mundo,
Eterea, & elemental, que fabricada
Assi foy do saber alto, & profundo,
Que he sem principio, & meta limitada,
Quem cerca em derredor este rotundo
Globo, & sua superficia tão limada,
He Deos, mas o q̃ he Deos ninguẽ o entende,
Que a tanto o engenho humano não se estẽde.

---

errantes. E, no entanto, o Céu, em seu conjunto, move-se com um movimento único e simples.» (Duhem, *Le système du monde*, t. II, Paris, 1914, pp. 61 e 62.)

Ora é este movimento, único e simples, do conjunto da máquina do Mundo, tão claramente definido por um adepto das doutrinas de Ptolomeu, que Camões exprime com igual significação quando diz:

Voluendo, ora se abaxe, agora se erga,
Nũca sergue, ou se abaxa.
(X, 78).

Os pontos da superfície esférica do globo terrestre, que no seu giro diurno parecem erguer-se sobre o horizonte do lado do oriente para se abaixarem depois no lado do ocidente, conservam-se sempre à mesma distância da Terra, imóvel no centro do Mundo, não se erguendo nem abaixando, portanto, em relação a ela.

3. A enumeração das onze esferas que constituem a região etérea começa agora, da periferia para o centro, pelo Empíreo, que na figura está designada por *Celum empyreum:*

Este orbe que primeiro vay cercando
Os outros mais pequenos, que em si tem,
Que estâ com luz tão clara radiando,
Que a vista cega, & a mente vil tambem,
Empireo se nomea, onde logrando
Puras almas estão de aquelle bem,
Tamanho, que elle so se entende & alcança,
De quem não ha no mundo semelhança.

Por baixo do Empíreo imóvel corre o primeiro móbil, a esfera impulsora do movimento diurno, que o poeta introduz na estância 85:

Em fim que o sumo Deos, que por segundas
Causas obra no mundo, tudo manda:
E tornando a contarte das profundas
Obras da mão diuina veneranda,
Debaxo deste circulo onde as mundas
Almas diuinas gozão, que não anda,
Outro corre tara leue & tam ligeiro,
Que não se enxerga, he o Mobile primeiro.

Do primeiro móbil diz Sacrobosco: «Sed primus omnes alias sphaeras secum impetu suo *rapit* intra diem, & noctem circa terram semel». Pedro Nunes traduz: «Mas o primeiro mouimento *moue & leua* com seu ympeto todallas outras Spheras & em hũ dia cõ sua noite fazẽ per derredor da terra hũa reuolução.» (1)

(1) No *Tractado da Spera do Mundo*, existente na Biblioteca de Munique, a que já nos referimos na p. 19, lê-se a seguinte tradução do mesmo trecho: «Et ho nono ceo com seu mouimento *arrebata e moue consiguo* todolos mais debaixo darredor da terra: em cada vimte e quatro horas faze huũa reuolluçam». Joaquim Bensaúde, *L'Astronomie Nautique au Portugal à l'Époque des Grandes Découvertes*, Berna, 1912, p. 165.

O poeta canta:

Com este rapto, & grande mouimento,
Vão todos os que dentro tem no seyo
Por obra deste, o Sol andando atento
O dia & enoite faz, com curso alheyo:

No primeiro verso indica-se com o adjectivo *grande* a rapidez do movimento diurno, de todos os movimentos celestes o de maior velocidade; com a palavra *rapto* indica-se a sua causa, sendo o primeiro móbil que arrasta consigo todas as esferas interiores, «omnes alias sphaeras secum impetu suo *rapit*».

Faria e Sousa parece considerar *rapto* como substantivo e diz que é termo próprio dos matemáticos. No cap. III da *Sphaera* de Sacrobosco lê-se:

«Notandum etiam, quod Sol tendens a primo puncto Capricorni per Arietemus que ad primum punctum Cancri, *raptu* firmamenti describit 182 parallelos ..... Item iam dictos circulos describit Sol, *raptu* Firmamenti descendens a primo puncto Cancri per Libram usque ad primum punctum Capricorni.»

Aqui está, com efeito, o substantivo *rapto*, exprimindo o movimento de arraste com que o primeiro móbil leva a esfera inteira do Sol a dar 182 voltas, enquanto o Sol no seu excêntrico avança debaixo da eclíptica desde o primeiro ponto de Capricórnio, por Áries, até ao primeiro ponto de Câncer; e outras 182 voltas enquanto o Sol desce do primeiro ponto de Câncer, pelo signo de Libra, até ao primeiro ponto de Capricórnio.

Na *Margarita Philosophica*, lib. VII, tract. I, cap. XXXI, tratando-se do quarto céu; à pergunta do discípulo «Como se move este céu?», responde-se: «Quemadmodum superiores *motu raptus* ab oriente per occidentem, redeundo in orientem, in 24. horis, ad motum primi mobilis». A esfera solar move-se como as superiores com o movimento de *rapto* de oriente para ocidente, voltando a oriente, seguindo o movimento do primeiro móbil.

Parece-nos, porém, que o poeta emprega *rapto* como adjectivo, exprimindo com as duas palavras *movimento rapto* a mesma ideia do

substantivo *rapto* (1). Assim, na *Chronographia ou Reportorio dos Tempos* de André do Avelar, 1594, começa o cap. LXX:

«Debaixo destes doze signos alem do *movimento rapto* do Oriente em Ponẽte se moue o Sol de seu meão mouimento per obliquo de Occidente a Oriente cada dia natural 59. min. & 8 segundos quasi.»

Aqui está o movimento diurno do Sol designado como *movimento rapto*, isto é, movimento de arraste, proveniente do primeiro móbil, em oposição ao movimento próprio «per obliquo» na eclíptica.

O poeta diz anàlogamente que todas as esferas contidas no seio da décima esfera vão com este *rapto e grande movimento*, isto é, com o grande movimento de arraste em que são levadas por esta esfera (2).

---

(1) «É o tipo: *subs.* emparelhado com *subs.* + *adj.*» (Dr. José Maria Rodrigues, *Aparato crítico*, p. 50, in *Os Lusíadas de Luís de Camões, reimpressão fac-similada da verdadeira l.ª edição dos Lusíadas, de 1572*. Publicações da Biblioteca Nacional, Lisboa, 1921).

(2) Era a teoria do tempo. Hoje explica-se o movimento diurno dos astros pela rotação da Terra. Esquecida já aquela esfera propulsora, por obra da qual o Sol «andando a tento, o dia e a noite faz», tem passado despercebido que, nos versos de II, 72,

A memoria do dia renouaua,
O presuroso Sol, que o Ceo rodea.

o sujeito de *rodea* é o *Ceo*, e não o *presuroso Sol*, representado pelo relativo *que*, servindo este de complemento directo. O verbo rodear está aqui com significação causativa, fazer andar à roda, como em III, 111:

Com palauras soberbas o arrogante,
Despreza o fraco moço mal vestido:
Que rodeando a funda o desengana,
Quanto mais pode a fé que a força humana

Assim, «o presuroso Sol, que o Ceo rodea» não deve interpretar-se como Sol que dá volta ao Céu, mas sim como Sol que o décimo Céu leva consigo em seu «rapto e grande movimento», produzindo a sucessão dos dias. O adjectivo *presuroso* mostra bem que não é do movimento anual solar que se trata, mas do diurno. Idêntica concepção deste movimento se encontra no mesmo canto, II, 92, ao descrever os alvores da madrugada:

Mas ja o Ceo inquieto reuoluendo.
As gentes incitaua a seu trabalho,
E ja a mãy de Menon a luz trazendo,
Ao sono longo punha certo atalho:

Este «Ceo inquieto» é o Primeiro móbil, como «o ceo volubil com perpetua roda» de VII, 60.

Hoje o primeiro móbil é a Terra. É a rotação da Terra que produz o movimento diurno dos astros. É este *rapto e grande movimento*, este grande movimento em que somos levados no globo terráqueo, que nos dá a aparência do movimento diurno do firmamento. O verso do poeta ainda tem actualidade, aplicado à Terra.

Na segunda parte da estância 86 é descrita a nona esfera ou segundo móbil, também chamada Céu Áqueo ou Cristalino, designada na figura por *Coelum aqueum:*

> *Debaxo deste leue anda outro lento,*
> *Tam lento, & sojugado a duro freyo,*
> *Que em quanto Phebo, de luz nunca escasso,*
> *Dozentos cursos faz, dâ elle hum passo.*

O Cristalino é a esfera propulsora do *movimento dos auges e estrelas fixas* que faz avançar lentamente de ocidente para oriente a esfera das estrelas fixas e os céus deferentes dos auges dos planetas. Executa uma revolução completa em 49 000 anos, avançando, portanto, em 200 anos, 1 grau e 28 minutos, aproximadamente, o que, sendo menos que grau e meio, o poeta arredonda num grau, como já vimos.

Sendo a esfera do Sol levada também neste movimento, com ele vão os dois céus deferentes do auge do Sol (p. 18), mas, deslizando entre estes dois como entre dois muros, avança o deferente do Sol no mesmo sentido 59′ e quase 8″ em cada dia. É este o curso *próprio* do Sol, cuja revolução completa se faz em 365 dias e um quarto, aproximadamente. O seu movimento diurno é curso *alheio*, como se diz no quarto verso da estância, proveniente do primeiro móbil.

A distinção do movimento dos orbes celestes em *próprio* e *alheio* encontra-se nos livros de ensino do tempo. Assim, na obra *Quaestiones nouae in libellum de Sphaera Joannis de Sacro Bosco, in gratiã studiosae inventutis collectae ab Ariele Bicardo*, Parisis, 1552, encontra-se, a fl. 14, a pergunta: «Quomodo mouentur sphaerae caelestes?», com a resposta: «Mouentur duplici motu, uidelicet *motu proprio*, seu per se, & *motu alieno*, seu per accidens.» (1)

---

(1) E mais abaixo lê-se: «Primum mobile circumuoluitur spatio 24 horarum ut supra dictũ est. Reliquae sphaerae, quò sunt propiores primo mobili, eò uelocius mouentur motu *alieno seu diurno* tardius uerò *propriis* motibus contra primi mobilis motum: etc.» Vimos um exemplar desta obra na Biblioteca da Academia das Ciências de Lisboa.

O movimento dos auges e estrelas fixas é actualmente atribuído à Terra, cujo eixo descreve em volta da linha dos pólos da eclíptica o cone circular de precessão em 26 000 anos. É o movimento de precessão dos equinócios.

Na estância 87 é descrita a oitava esfera, o Firmamento, com o seu movimento próprio:

Olha estoutro debaxo, que esmaltado
De corpos lisos anda, & radiantes,
Que também nelle tem curso ordenado,
E nos seus axes correm scintilantes.

Já vimos que, no século XVI, era ainda doutrina corrente que o Sol era a única fonte de luz celeste, a qual as estrelas reflectiam como os planetas. As estrelas eram condensações da matéria que constituía os céus. Eram, pois, as estrelas fixas como nós do Firmamento, esferas de quinta-essência condensada, lisas como espelhos, radiantes como grandes globos de ouro, brilhando à luz do Sol.

Na fig. 15 vê-se o Firmamento *esmaltado* de pontos radiantes representando as estrelas fixas. Estas estrelas têm os dois movimentos alheios que ficaram já descritos, provenientes do primeiro e do segundo móbil. Mas têm também o curso ordenado do Firmamento, que é o movimento regular de *trepidação* ou de acesso e recesso, sete vezes mais rápido que o movimento do Cristalino, completando-se em 7000 anos. Por isso correm cintilantes em *seus axes*, que são os eixos próprios da oitava esfera. Com o plural *axes* designa o poeta os extremos do eixo, isto é, os pólos do movimento de trepidação, que são os equinócios médios, princípios de Áries e Libra da nona esfera, em volta dos quais, como já vimos, os equinócios verdadeiros descrevem pequenos círculos com um raio de 4° 18′ 43″.

A hipótese do movimento de trepidação acaba por ser abandonada; mas renasce, embora em proporções muito reduzidas, no século XVIII, com o movimento de nutação.

Na segunda parte da estância 87 faz o poeta a descrição do zodíaco, admirável de beleza e concisão:

Bem ves como se veste, & faz ornado
Co largo cinto douro, que estellantes
Animais doze traz afigurados,
Aposentos de Phebo limitados.

Como comentário a estes versos, leia-se o *Reportório dos Tempos* de André do Avelar, Lisboa, 1585:

«*Do Zodiaco. Titulo 29.*

«Os Phylosophos antiguos cõsiderarã no ceo hum circulo maior, que tẽ de largo 12. graos (1), por meo do qual, passa hũa linha, q̃ o diuide em cõprido, e deixa a cada parte seis graos: ao circulo (2) chamarão Zodiaco, e a linha dixerão linha ecliptica (...). Diuidese este circulo em 12. partes iguaes, a q̃ chamão signos, & cada hum delles toma o nome da figura do animal, de q̃ está cõposto, como as estrelas do 8. ceo, ou firmamento, o *pintão & semelhão*, e porque Zodion em Grego tãto quer dizer como animal, por isso se chamou o circulo Zodiaco, como se dixeramos circulo de animaes cada signo destes, se diuide em 30. partes, a que chamão graos, e multiplicando 12. por 30. resultão 360. que sam os que se diuide todo ceo, e qualquer circulo.»

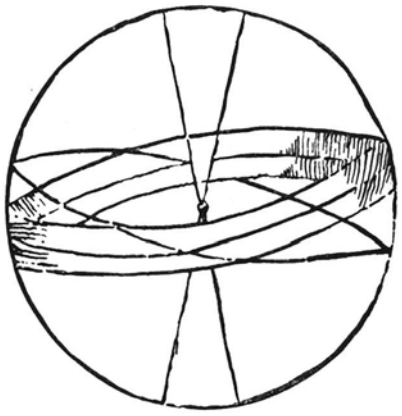

FIG. 16

O largo cinto de ouro, com que o Firmamento se veste e faz ornado, é o zodíaco, que o cinge com a profusa pregaria de ouro das constelações zodiacais. Os doze animais estrelantes *afigurados* são as doze constelações do zodíaco, cujas estrelas, pela sua disposição, *pintam* e *semelham* a figura de animais. Os aposentos de Febo limitados são os doze signos, da extensão de 30 graus cada um, em que se divide o zodíaco, e a que se deram os mesmos nomes das constelações, os quais o Sol vai sucessivamente percorrendo no seu movimento anual ao longo da eclíptica, demorando-se em cada um deles um espaço de tempo de cerca dum mês. No capítulo seguinte trataremos mais especialmente do zodíaco.

---

(1) Quer dizer, uma zona esférica de 12 graus de largo.
(2) Quer dizer, zona.

A estância 88 termina a descrição do Firmamento com a formosíssima enumeração das constelações extrazodiacais:

Olha por outras partes a pintura,
Que as estrellas fulgentes vão fazendo.
Olha a carreta, atenta a Cinosura,
Andromeda, & seu pay, & o drago horrẽdo:
Vê de Cassiopea a fermosura,
E do Orionte o gesto turbulento,
Olha o Cisne morrendo que sospira,
A Lebre, & os Cães, a Nao, & a doce Lira.

O poeta comove-se evocando as lendas poéticas que deram nome às constelações, desde a *Carreta* (Ursa maior) e a *Cinosura* (Ursa menor) até à doce *Lira* de Orfeu. O que ele não podia prever era que, volvidos dois séculos, novas constelações viriam intrometer-se naquelas, às quais M. de la Caille havia de dar, com secura científica, os nomes de: *Máquina pneumática, Forno químico, Esquadro e Régua, Retículo romboidal...*

Na admirável estância 89 introduz o poeta as sete esferas planetárias pela sua ordem, desde a de Saturno até à da Lua:

Debaxo deste grande firmamento,
Ves o ceo de Saturno Deos antigo,
Jupîter logo já o mouimento,
E Marte abaxo bellico inimigo,
O claro olho do ceo no quarto assento,
E Venus, que os amores traz consigo,
Mercurio de eloquencia soberana,
Com tres rostos debaxo vay Diana.

Compare-se com I, 21:

Deixão dos sete Ceos o regimento,

A esfera do Sol fica no meio. Por cima, as esferas de Marte, Júpiter e Saturno, por isso chamados planetas superiores; por baixo, as esferas de Vénus, de Mercúrio e da Lua, que são os planetas inferiores. Os três rostos de Diana são aqui os três rostos da Lua, correspondentes

às três fases: a lua cheia e os quartos, crescente e minguante; na lua nova não há rosto porque a Lua *se esconde*. Compare-se com III, 59:

Cinco vezes a Lũa se escondêra,
E outras tantas mostrâra cheio o rosto,

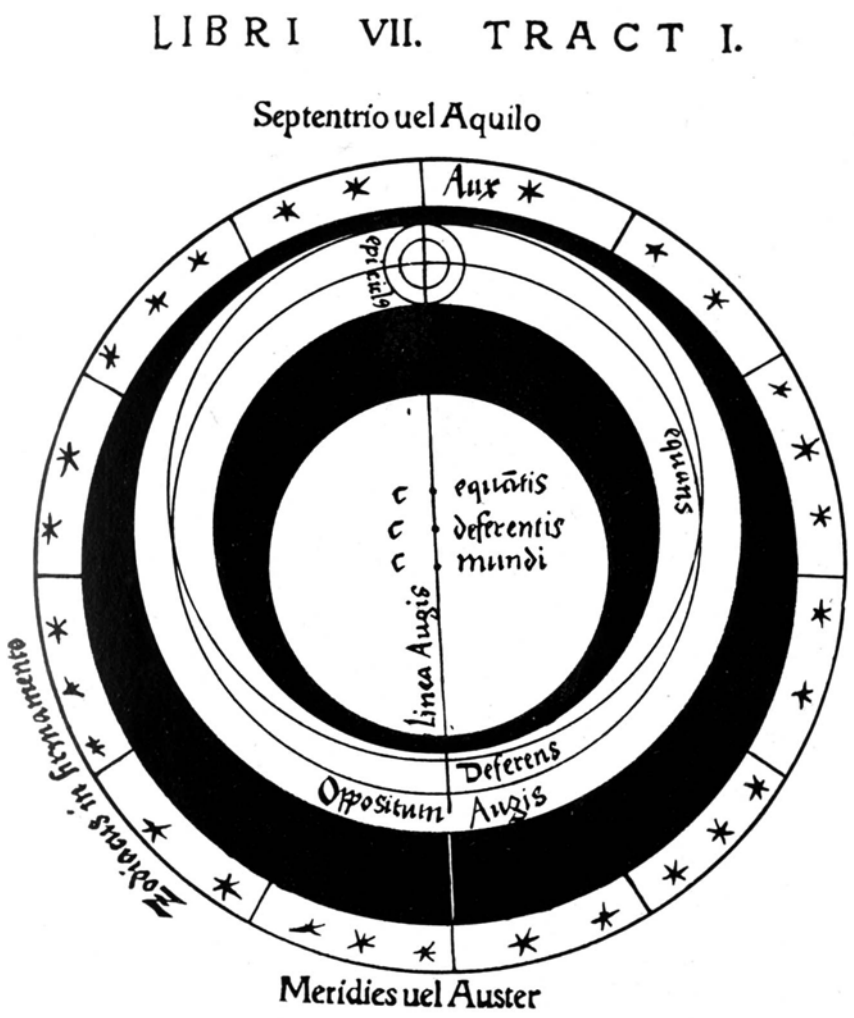

FIG. 17 — A sétima esfera, gravura explicativa da esfera de Saturno, extraída da Margarita Philosophica, lib. VII, tract. I, cap. XXVIII (nas dimensões do original)

e com V, 24:

Mas ja o Planeta que no ceo primeiro
Habita, cinco vezes apressada,
Agora meyo rosto, agora inteiro
Mostrara, em quãto o mar cortaua a armada:

No *Reportório dos Tempos* de Avelar, 1585, lê-se, a fl. 54v.:

«*Título 46. Do rosto, forma & claridade da Lua:*

«O trãsparẽte, & espesso da lua procede, de não ser seu corpo igualmente denso nem raro, se não em partes mais moçiço q̃ noutras por onde os raios do sol sam desigualmente, nella emcorporados, & daqui nasce aquella figura, que vulgarmente se chama *rosto*.»

4. Com a estância que acabamos de ler fica completa a enumeração das onze esferas da região celestial, como estão representadas na figura, atrás reproduzida, da máquina do Mundo: o Empíreo, o Primeiro móbil, o Cristalino, o Firmamento e as sete esferas planetárias. Estas onze esferas são concêntricas com a Terra. Resta agora analisar em particular as esferas planetárias, compostas de vários orbes. Já vimos a composição da esfera do Sol, a mais simples de todas. Na figura junta (fig. 17), extraída da *Margarita Philosophica*, vê-se como é constituída a esfera de Saturno, compreendida entre dois círculos concêntricos, o exterior, que fica logo por baixo do Firmamento, e o interior, que devemos imaginar assente sobre a esfera de Júpiter. Empregando a linguagem usada para o Sol, diremos que a sétima esfera se compõe de três céus: os dois céus deferentes do auge de Saturno, aguarelados a preto na figura; e, entre os dois, o céu deferente de Saturno ou, mais pròpriamente, o céu deferente do epiciclo de Saturno, cujo centro *(c. deferentis)* não coincide com o centro do Mundo (*c. mundi)*. Os céus deferentes do auge de Saturno são levados no triplo movimento da oitava esfera. O deferente do epiciclo de Saturno desliza entre estes, segundo a sucessão dos signos, como entre dois muros, dando uma volta completa em 30 anos. Este deferente é excêntrico; o ponto mais afastado da Terra é o seu Auge *(Aux)* ou apogeu, o ponto mais aproximado da Terra é o seu perigeu *(Oppositum Augis)*. Na parte superior da figura vê-se o epiciclo ocupando toda a espessura do excêntrico. O corpo do planeta, engastado na circunferência do epiciclo, move-se com este em torno do seu centro, fazendo-se esta rotação no período de um ano. O centro do epiciclo move-se sobre o deferente excêntrico, dando uma volta em 30 anos. Enquanto se executa uma revolução do excêntrico, dá o epiciclo trinta voltas, explicando-se assim o movimento, ora directo ora retrógrado, de Saturno ao longo do zodíaco.

O centro do epiciclo não se move, porém, uniformemente sobre o excêntrico. Ptolomeu considera um círculo a que chamou *equante*, cujo centro (*c. equãtis)* está a uma distância do centro do deferente igual à distância deste ao centro do Mundo. É relativamente a este centro que o movimento do centro do epiciclo é uniforme. O centro do epiciclo de Saturno move-se, pois, sobre um círculo que é o deferente, mas o seu movimento não é uniforme sobre este círculo; o centro do deferente é apenas o centro de equidistância. O centro de uniformidade do movimento é o centro do equante; o raio do equante tirado para o centro do epiciclo descreve ângulos iguais em tempos iguais, perto de 2 minutos por dia em Saturno. Copérnico pôs de parte os *equantes*, observando que, com eles, Ptolomeu se desviava do princípio do movimento circular e uniforme, pois que o movimento era, assim, *circular* relativamente a um centro e *uniforme* relativamente a outro, quando devia ter estas duas propriedades em relação a um mesmo centro.

As teorias de Júpiter e Marte são análogas às de Saturno, sendo o período do movimento do excêntrico de 12 anos em Júpiter e 2 anos em Marte. O período do movimento do epiciclo é, em ambos, de 1 ano sideral, como em Saturno, conservando-se o raio tirado do centro do epiciclo para o planeta sempre paralelo ao raio do excêntrico do Sol dirigido para a posição do Sol, no mesmo instante. Nos planetas inferiores, Vénus e Mercúrio, é o raio do excêntrico tirado para o centro do epiciclo que se conserva sempre paralelo a esta direcção, sendo por isso de 1 ano, como no Sol, o período do movimento do excêntrico nestes dois planetas. A revolução do epiciclo faz-se em 19 meses solares em Vénus, e em 4 meses solares em Mercúrio, aproximadamente. O excêntrico da Lua faz a sua revolução em 27 dias e 8 horas. Na teoria da Lua considera-se, além dos dois céus deferentes do auge da Lua e do excêntrico deferente do epiciclo, um quarto céu, por fora destes, chamado deferente da cabeça do Drago. Este quarto céu causa a retrogradação da linha dos nodos, à razão de cerca de 3 minutos por dia.

No capítulo IV, «Dos circulos & movimentos dos Planetas», do *Tratado da Sphera*, depois duma breve descrição dos movimentos do Sol, lê-se o seguinte:

«Cada hum dos planetas afora ho sol tem tres circulos .s. equante ou igualador: diferente & epiciclo. Equante na lũa he hum circulo concentrico com a terra: & he na superficie da ecliptica: ho seu deferente he hum circulo ecentrico & nam jaz na superficie da ecliptica: mas hũa

metade delle declina pera o norte: & a outra pera o sul: ho deferente & ho equante encontranse em dous lugares & a figura que se faz per este encontro: chamasse Drago: porque he larga no meo & estreita no fim. aquelle encontro no qual estando a lua se moue pera o norte chamasse Cabeça do drago (1). O outro encõtro do qual deve pera o sul se chama ho Cabo do drago (2). Os deferentes & equantes de qualquer planeta sam iguaes. E auemos de saber que assi ho deferente como ho equante de Saturno Jupiter: Mars. Venus & Mercurio sam ecẽtricos & fora da superficie da ecliptica: mas ambos estam em hũa mesma superficie. E todo planeta tirando ho sol tem epiciclo. He epiciclo hum pequeno circulo pella circunferẽcia do qual he leuado ho corpo do planeta & o centro do epiciclo sempre esta na superficie do deferente. E portanto se se tirarem duas linhas dereitas do centro da terra: de sorte que recolham antre ellas ho epiciclo de qualquer planeta a hũa pella banda de oriente: & a outra pella banda de ocidente: o ponto da banda de oriẽte em que a linha toca ho epiciclo: chamase primeira estação: & ho outro ponto da banda de ocidente chamase estação segunda. E quãdo ho planeta esteuer em qualquer destas estações diremos q̃ esta estacionario. O arco de cima do epiciclo antre as duas estações: chamase direyção: & quando ho planeta nelle estiuer diremos que esta dereito: & ho arco debaixo do epiciclo antre as duas estações: chamase retrogradação: & estando nelle ho planeta dizemos que esta retrogado. A lũa não tem estação direyção nem retrogradação: & portanto nunca dizemos q̃ a lua esta estacionaria dereita nẽ retrogada: a causa he ho seu mouimẽto no epiciclo ser muy ligeyro.»

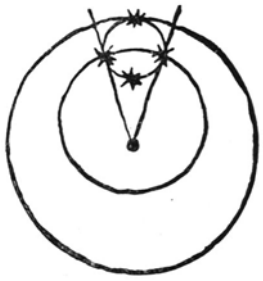

FIG. 18

Os epiciclos são de pequenas dimensões relativamente aos deferentes excêntricos. Estes são os órgãos principais dos movimentos dos planetas, como se vê na figura da esfera de Saturno; os epiciclos são as peças menores do maquinismo. Na descrição dos movimentos planetários Camões refere-se apenas aos excêntricos, não pensando em descrever os tão diversos movimentos dos epiciclos.

(1) Nodo ascendente ☊.
(2) Nodo descendente ☋.

Já na estância 89, Tétis, passando em revista as sete esferas planetárias, chama a atenção para os excêntricos deferentes dos planetas. Assim, quando diz «Júpiter logo faz o movimento», é claro que aponta, em especial, na esfera deste planeta, o céu excêntrico deferente do epiciclo de Júpiter, no qual se efectua o movimento próprio de Júpiter; os céus deferentes do auge de Júpiter são levados no triplo movimento da oitava esfera, já descrito antes.

E que especialmente se consideram os céus excêntricos torna-se claro na estância 90:

Em todos estes orbes, differente
Curso veras, nũs graue, & noutros leue:
Ora fogem do centro longamente,
Ora da terra estão caminho breue,

Estes orbes são os excêntricos deferentes dos planetas, mais afastados do centro da Terra no auge, ou apogeu, e mais perto dele no perigeu. Têm curso mais grave o deferente de Saturno, em 30 anos, e o de Júpiter, em 12; o de Marte faz seu curso em 2 anos e os do Sol, Vénus e Mercúrio em 1 ano; o curso mais leve é o da Lua, em 27 dias e 8 horas.

Pondo de parte os epiciclos, peças menores com tão variados movimentos, o poeta reduz as esferas planetárias à simplicidade da do Sol; e assim pode manter aquela linha de sobriedade com que vem sendo feita esta admirável descrição da máquina do Mundo.

5. Na segunda parte da estância descreve-se a região elementar:

Bem como quis o padre omnipotente
Que o fogo fez, & o ar, o vento, & neue,
Os quaes veras que jazem mais a dentro,
E tem co mar a terra por seu centro.

Os quatro elementos estão dispostos como se vê na figura junta (fig. 19), extraída da *Chronographia* de Jerónimo Chaves. Por fora, e logo abaixo do céu da Lua, o *fogo* puro; por baixo deste, o *ar,* dividido em três regiões — suprema, média e ínfima; e, no centro, os dois elementos, *terra* e *água*, formando o globo terráqueo.

Transcrevemos a descrição das três regiões do ar, como é feita no *Reportório* de Avelar, edição de 1594 (fl. 52 v.):

«Diuidem os philosophos esta Sphaera do ar em tres partes ou regiões por tres propriedades muy notaueis, que nella se vem que são parte superior, inferior & meya, a parte, ou região superior pella

FIG. 19

vizinhança, que tem com o fogo, & pellas exalações, q̃ ate ella chegão, quando sobem da terra, he quente, & secca, ainda que não tãto como o fogo, nesta se fazem as estrellas, que vemos correr de noite de hũa parte a outra, & algũs cometas, & outros Meteoros. Na 2. que he fria, & seca pella distancia, que tem do fogo, & não parar nella as exalações, nem chegar lá a reflexão dos rayos do Sol se gera a neue, pedra, nuuens, chuuas, trouões, rayos, & relampagos. Na terceira, & mais baxa de todas, que recebe mayores alterações viuem os homẽs, animaes, plantas, & hũas vezes estâ quente, & humida, outras fria, & seca, outras fria, & humida, outras quente, & seca, as quaes variações lhe vem não somente dos vapores, que de ca de baixo se leuantão, senão tambem da maneira com que tocão a terra os rayos do Sol, & mais planetas, os quaes donde caem perpendiculares, fazem maior impressão de quentura, que donde caem obliquos, & desguelha.»

Adiante encontra-se esta explicação da região do fogo (fl. 61 r.):

«Pois porque os que carecẽ de principios de phylosophia possão melhor entender esta região do fogo, dizemos ser semelhante â quentura de hum forno, tirando-lhe todo o lume que tinha dẽtro em maneira, que se não visse nelle lume algum, ou cousa que desse luz, mas com tudo se lhe aplicassem algũa cousa combustiuel, logo se inflamaria, pela mesma maneira he a região do fogo, que nem he lucida, nem tem brasa, nem chama, *nem materia*, *que arda*, senão estâ como hũa grande pureza, & subtilidade de ar, â qual se se aplicasse algũa materia terrestre, ou exhalação, logo será acesa, & inflamada, posto caso, que algũs neste passo fantasiã, & querem chimerizar sua philosophia, como a elles lhe apraz.»

Camões já tinha descrito a região elemental, esculpida nas portas do palácio de Neptuno, em VI, 10, 11 e 12:

Vem se os quatro elementos transladados
Em diuersos officios occupados.

Ali sublime o Fogo estaua encima,
Que em nenhũa materia se sustinha,
Daqui as cousas viuas sempre anima,
Despois que Prometeo furtado o tinha:
Logo apos elle leue se sublima
O inuisibil Ar, que mais asinha
Tomou lugar, & nem por quente, ou frio,
Algum deixa no mundo estar vazio.

Estaua a terra em montes reuestida
De verdes eruas & aruores floridas,
Dando pasto diuerso & dando vida,
Aas alimarias nella produzidas:
A clara forma ali estaua esculpida
Das agoas entre a terra desparzidas,
De pescados criando varios modos,
Com seu humor mantendo os corpos todos.

As transcrições que deixamos feitas dispensam maior comentário.

Os dois elementos, terra e água, constitutivos do globo terráqueo, estão personificados em Ceres e Neptuno, na estância VIII, 32:

Ditosa patria que tal filho teue:
Mas antes pai, que em quanto o Sol rodea
Este globo de Ceres & Neptuno,
Sempre suspirarâ por tal aluno.

6. Tendo começado no Empíreo, «onde logrando puras almas estão de aquelle Bem tamanho», vem findar a descrição da grande máquina do Mundo no globo terráqueo, colocado no centro:

Neste centro pousada dos humanos,
Que não somente ousados se contentão
De soffrerem da terra firme os danos
Mas inda o mar instabil esprimentão.

Colocada entre os dois elementos, no extremo da terra firme fica a pátria portuguesa, a praia ocidental, sofrendo a fascinação do mar instábil:

Eis aqui quasi cume da cabeça,
De Europa toda, o Reino Lusitano,
Onde a Terra se acaba, & o Mar começa,
E onde Febo repousa no Occeano:
(III, 20).

Quando o Sol repousa no oceano, é sobre o mar que os raios solares vão brilhar, entrando Portugal na sombra projectada pelo globo terráqueo; e como Portugal fica no extremo ocidental do continente, fica com ele a Europa inteira imersa na sombra da noite. Por isso o poeta com tanta propriedade outra vez define a nossa situação geográfica em VII, 60:

Hum grande Rei, de la das partes, onde
O ceo volubil com perpetua roda
Da terra a luz solar coa terra esconde,
Tingindo a que deixou de escura noda,

usando o engenhoso trocadilho do terceiro verso, em que primeiro vem *terra* significando a terra firme, um dos quatro elementos, e a seguir a mesma palavra *terra* designando todo o globo terráqueo. Portugal fica lá nas partes onde o céu volúbil (primeiro móbil), com o seu rodar perpétuo, esconde da terra-firme a luz solar com a terra-globo, cuja sombra tinge de escura nódoa a *terra* que a luz do Sol deixou; e *esta* é a terra continente, porque o globo terráqueo nunca a luz solar deixa de iluminar, por um ou outro lado. Quando, pois, em Portugal anoitece, estende-se a noite por todo o continente, o que resulta da sua situação no extremo ocidente; a escura nódoa, que com o movimento diurno do Sol se vem alastrando para ocidente sobre a Europa, acaba por cobri-la inteiramente, quando chega à praia ocidental lusitana.

Veja-se no *Cancioneiro Geral* de Garcia de Resende, fl. 96, edição princeps, 1516 (1):

Eram da sombra da terra
as nossas terras *cubertas*
quando pareçem desertas
as abitações sem guerra
ao tempo que rrepousam
os corações descansados
& os malfeytores ousam
cometer mores pecados.

(fyngymento damores feyto
por Dyoguo brandam).

O trocadilho de Camões é mais engenhoso, marcando com precisão astronómica a situação geográfica de Portugal, que o poeta deixa definida logo no segundo verso do imortal poema que celebra

As armas, & os barões assinalados,
Que da Occidental praya Lusitana,
Por mares nunca de antes nauegados,
Passaram, ainda alem da Taprobana,

(1) P. 44, t. III, da edição da Imprensa da Universidade de Coimbra.

VII

O ZODÍACO

1. *O dia*. — A sucessão do dia e da noite foi naturalmente o facto astronómico que primeiro impressionou o homem. Desponta o Sol no horizonte do oriente:

Mas assy como a Aurora marchetada,
Os fermosos cabellos espalhou,
No ceo sereno, abrindo a roxa entrada,
Ao claro Hiperionio que acordou,
Começa a embandeirar-se toda a armada,
E de toldos alegres se adornou:
(I, 59).

sobe até ao meridiano, para descer em seguida:

Vos poderoso Rei, cujo alto Imperio,
O Sol logo em nascendo ve primeiro:
Veo também no meio do Hemispherio,
E quando dece o deixa derradeiro.
(I, 8).

e desaparece no horizonte do ocidente, deixando a Terra envolta nas sombras da noite:

Nisto Febo nas agoas encerrou,
Co carro de Christal, o claro dia:
Dando cargo aa Irmaã que alumiasse,
O largo Mundo, em quanto repousasse.
(I, 56).

E a contemplação do maravilhoso espectáculo, que oferece o céu estrelado em noites claras, mostrou que também as estrelas se elevam

sobre o horizonte do lado oriental até à sua culminação no meridiano, para descerem em seguida do lado ocidental:

... & as estrellas nitidas que saem
A repouso conuidão, quando caem.
(IV, 67).

O céu vai volvendo sem descanso; desfazem-se por fim as trevas da noite, rompendo de novo a luz da madrugada:

Mas ja o Ceo inquieto reuoluendo,
As gentes incitaua a seu trabalho,
E ja a mãy de Menon a luz trazendo,
Ao sono longo punha certo atalho:
Hião se as sombras lentas desfazendo,
Sobre as flores da terra, em frio orualho,
Quando o Rei Milindano se embarcaua
A ver a frota que no mar estaua.
(II, 92).

Da sucessão do dia e da noite resultou a primeira medida do tempo — o dia solar. Cinco dias completos conta o poeta desde a partida da angra de Santa Helena até à aparição do gigante Adamastor, personificação do cabo Tormentório:

Porem ja cinco Soes erão passados
Que dali nos partiramos, cortando
Os mares nunca doutrem nauegados,
Prosperamente os ventos assoprando:
Quando hũa noite estando descuidados
Na cortadora proa vigiando,
Hũa nuuem, que os ares escurece
Sobre nossas cabeças aparece.
(V, 37).

Esta noite é a de 21 para 22 de Novembro de 1497. A armada do Gama deixou a angra de Santa Helena na quinta-feira 16 de Novembro e dobrou o cabo Tormentório no dia 22, quarta-feira, como se lê no *Roteiro da viagem que em descobrimento da Índia pelo Cabo da Boa Esperança fez Dom Vasco da Gama em 1497*, p. 8 (1).

(1) O Autor cita pela 2.ª ed. desta obra, que A. Herculano e o barão de Castelo de Paiva publicaram sob o título *Roteiro da Viagem de Vasco da Gama em MCCCCXCVII*, Lisboa, 1861 (é, de facto, na p. 8

«E tanto que tevemos nosos navios aparelhados e linpos e lenha tomada nos partimos desta terra hũa qujnta feira pella manham, que era xvj dias de Novembro, nom sabendo nos quanto eramos do Cabo de Boa Esperança, salvo Pero Dalanquer dizia que ao majs que podiamos ser seriam trinta legoas a rree do Cabo, e o porque se elle nam afirmava era porque partira huũ dia pella manham do Cabo, e que de noute pasara per ally com vento a popa, e jso mesmo a yda foram de larguo e por estes respeitos nom eram em conhecimento domde eramos. Pollo qual fomos em a volta do mar com Sull Susueste e ao sabado a tarde ouvemos vista do dito Cabo de Boa Esperança, e em este dia mesmo viramos em a volta do mar, e de noute viramos em a volta da terra. E ao domjngo pella manham que foram dezanove dias do mes de Novembro, fomos outra vez com o Cabo e nam o podemos dobrar porque o vento era Susueste e o dito Cabo jaz Nordeste Sudueste, e em este dia mesmo viramos em a volta do mar e a noute da segunda feira viemos em a volta da terra. E a quarta feira ao meo dia pasamos pello dito Cabo ao longo da costa com vento a popa.»

A esta passagem faz Diogo Köpke (1) (p. 142) o comentário seguinte:

«Pelo cômputo deste Roteiro o Cabo de Boa Esperança foi passado pela armada a 22 de Novembro de 1497; pelo que se ha de emendar o que dizem Castanheda, Barros e Goes, que o fazem passado a 20. Quanto ao dia de semana concorda Castanheda com o nosso A., dizendo que fôra a uma *quarta feira*; mas a penúltima 4.ª feira de Novembro de 1497 caiu com effeito a 22 do mez.»

Relativamente à partida da angra de Santa Helena, tanto Castanheda (*Historia do descobrimento da Índia*, liv. I, cap. III) como Damião de Góis (*Chronica de D. Manuel*, 1.ª parte, cap. XXXV) a fazem a 16 de Novembro.

A narração do poeta concorda com o *Roteiro*. Tendo partido de Santa Helena (2) em 16 de Novembro, eram decorridos cinco dias completos

---

desta edição que se encontra o passo referido no texto). Mas no exemplar de seu uso o Doutor Luciano Pereira da Silva intercalou uma alusão à 1.ª edição; assim redigida: «1.ª edição, por Diogo Kopke e António da Costa Paiva, Porto, 1838». (Nota do editor.)

(1) O nome do comentador foi interpolado no exemplar reservado pelo Doutor Luciano para seu uso; mas, como é evidente, a citação reporta-se agora à primeira edição do *Roteiro da viagem*... [de] *Vasco da Gama*, citada em nota na página anterior. (Nota do editor.)

(2) É preciso não confundir com a ilha de Santa Helena, no oceano Atlântico, a angra de Santa Helena, situada na costa ocidental do continente de África.

quando na noite de 21 para 22 se mostrou a figura colossal do Adamastor. O Cabo começou a ver-se em seguida, segundo o poeta, quando rompeu a madrugada do dia 22:

Ia Phlegon, & Pyrois vinhão tirando
Cos outros dous o carro radiante,
Quando a terra alta se nos foy mostrando
Em que foy conuertido o grão gigante:
(V, 61).

O dia solar é definido pelo poeta em II, 68, quando conta a viagem de Mombaça para Melinde:

Tinha hũa volta dado o Sol ardente,
E noutra começaua, quando virão
Ao longe dous nauios, brandamente
Cos ventos nauegando, que respirão.

No *Roteiro da viagem de Vasco da Gama em 1497*, lê-se, a p. 41:

«Estevemos ajnda a quarta e qujnta feira depois de termos conhecida a malicia e treyçam que estes perros quizeram pôr em obra comtra nos. E partimos pella manham daly com pouco vento, e viemos pousar de Monbaça obra de oyto legoas junto com terra. E *em amanhecendo* vimos dous barcos a julavemto de nós em mar obra de tres legoas, pollo qual loguo arribamos contra elles pera os avermos de tomar, porque desejavamos de aver pillotos que nos levasem onde nos desejavamos. E quando veo a oras de vespora fomos com hũ dos ditos barcos e tomamollo, e outro se nos acolheo a terra, e naquelle que tomamos achamos dezasete homes e ouro e prata e muito mjlho e mantimento e hũa moça, molher de huũ homem velho, mouro honrrado que hii vinha. E tanto que nos chegamos junto com elles todos se lançaram ao mar, e nos hos andamos tomando com os bates.»

O episódio que o poeta começa a contar na estância 68 teve lugar ao amanhecer do dia 14 de Abril de 1498, sábado de Aleluia. A armada surgiu a meia légua da vila de Melinde no dia seguinte, domingo de Páscoa, como se lê na estância 72, de que adiante tratamos.

2. *O mês*. — A observação do céu estrelado cedo levou à noção da invariabilidade das figuras formadas pelas estrelas brilhantes. Foram-se distinguindo as constelações. Maravilhados, contemplavam os homens o grande astro da noite, que, errando através das constelações zodiacais, ora se via logo após o sol-poente reduzido a um delgado arco prateado, ora como um disco circular surgindo no oriente, quando o Sol desaparecia no ocaso. A Lua é, pois, um astro errante, um planeta, e a observação das suas fases levou à adopção de uma medida maior do tempo, o mês lunar ou *lunação*, base dos calendários lunares, como ainda hoje é o calendário maometano. Quando o Sol e a Lua têm a mesma longitude, diz-se que estão em *conjunção*: é o momento da *lua nova*. Quando as suas longitudes diferem de 180°, diz-se que estão em *oposição*: é o momento da *lua cheia*. A conjunção e a oposição são as *sizígias*. Diz-se que o Sol e a Lua estão em *quadratura* quando as suas longitudes diferem de 90°. Durante uma *lunação* há duas quadraturas separadas pelas sizígias: o quarto crescente, entre a conjunção e a oposição, e o quarto minguante, entre o plenilúnio e o novilúnio. A duração duma lunação é de 29 dias, 12 horas e 44 minutos.

Em lunações exprime Camões a duração do cerco de Lisboa na estância III, 59:

Cinco vezes a Lua se escondêra,
E outras tantas mostrâra cheio o rosto,
Quando a Cidade entrada se rendêra,
Ao duro cerco, que lhe estaua posto,
Foy a batalha tam sanguina & fera,
Quanto obrigaua o firme prosuposto:
De vencedores asperos, & ousados,
E de vencidos, já desesperados.

Na *Chronica delrey D. Affonso Henriques*, por Duarte Galvão, lê-se, no cap. XXX da edição de Lisboa, 1726:

«Durou ho cerquo perto de *sinquo mezes*, (...).

«Quando veyo em dia dos Martires S. Chrispino, e Chrispiniano, que hee ahos vinte e sinquo dias do mez de Outubro, andãdo ha era do Senhor em mil cento quorenta e sette annos, foy a Cidade muy rijamente, e com grande determinação combatida, (...).

«Entrou-se principalmente por ha porta que ora chamão de Alfama, e de hy pelas outras portas, e depois de entrada foy dentro ha peleyja

muito mais fera, quejanda soe antre *hirados vencedores, e vencidos, desesperados,* peleyjando jáa hos Mouros com estremada desesperação (...), por tanto foy tam grande ha mortindade delles, e sobejo ho conto dos que foram mortos, e trazidos ha ferro, que he escuzado cuydar quam pouquos ficárão.»

Esta passagem inspirou, evidentemente, a estância de que nos ocupamos. Note-se que o poeta não diz que se completaram cinco meses lunares. Para se observarem cinco luas novas e cinco luas cheias basta que decorram quatro lunações e meia. O cômputo do poeta, de cinco lunações incompletas, concorda, pois, com a duração de *perto de cinco meses*, marcada pelo cronista. Aqui o poeta empregou os meses lunares, não porque ele fosse investigar as luas do ano de 1147, mas porque estes meses, contados pelo fenómeno bem visível das fases da Lua, se prestam melhor às descrições.

Outro é, porém, o caso quando Camões, em V, 24, conta o tempo decorrido desde a saída da armada, de Lisboa, até que, pela primeira vez, foi avistada terra do continente africano na angra a que puseram o nome de Santa Helena. Como vamos ver, o poeta exprime-se com admirável precisão, mostrando ter exacto conhecimento das luas do ano de 1497.

A armada partiu de Lisboa em 8 de Julho de 1497. O *Roteiro da viagem de Vasco da Gama em 1497*, a que atrás nos referimos, diz, na p. 1:

«Partimos de Restello huũ sabado, que eram oyto dias do mês de Julho da dita era de 1497, noso caminho, que Deus noso senhor leixe acabar em seu serviço, Amem.»

Castanheda, Barros, Góis, Faria e Sousa unânimente assinam o mesmo dia da partida (1). A esta data se refere o poeta na estância V, 2, de que adiante trataremos.

Quanto à chegada à angra de Santa Helena, lê-se no *Roteiro*, p. 3:

«Hũa quarta feira primeiro dia do mes de Novembro, que foy dia de Todos os Santos, achamos muitos signaees de terra, os quaees eram huũs golfãoos que naçem ao lomgo da costa.

(1) Castanheda, liv. 1, cap. 2; Barros, déc. I, liv. 4, cap. 2; Góis, *Chronica de D. Manuel*, parte I, cap. 35; Faria e Sousa, *Ásia*, t. I, parte I, cap. 4. Veja-se a nota de Alexandre Herculano a esta passagem do *Roteiro*, 2.ª edição, p. 133.

«Aos *quatro* dias do dito mes, sabado ante manhã duas oras, achamos fundo de cemto e dez braças ao majs, e as *nove oras do dia ouvemos vista da terra*, e emtam nos ajuntamos todos e salvamos o capitam moor com mujtas bandeiras e estemdartes e bombardas e todos vistidos de festa, e em este mesmo dia viramos bem junto com terra na volta do mar, porém nom ouvemos conhecimento da terra.

«A terça feira viemos na volta da terra e ouvemos vista duũa terra baixa e que tinha huũa grande baya. O capitam moor mandou Pero Dalanquer no batell a ssumdar se achava bom pouso, pello qual a achou mujto boa e limpa e abrigada de todollos vemtos, soomente de Noroeste e ella jaz Leste e Oeste, aa quall poseram nome Santa Ellena.

«A quarta feira lançamos amquora na dita baya, onde estivemos oyto dias alimpando os navios e corregendo as vellas e tomando lenha.»

A narração de Castanheda (*Historia do descobrimento da Índia*, liv. I, cap. II) concorda com esta do *Roteiro*. Damião de Góis (*Chronica de D. Manuel*, parte I, cap. XXXV) também diz que foi em 4 de Novembro que avistaram terra. Ouçamos agora o poeta:

Mas ja o Planeta que no ceo primeiro
Habita, cinco vezes apressada,
Agora meyo rosto, agora inteiro
Mostrara, em quãto o mar cortaua a armada:
Quando da Eterea gauea hum marinheiro
Prompto coa vista, terra, terra, brada,
Salta no bordo aluoraçada a gente
Cos olhos no Orizonte do Oriente.
(V, 24).

Esta estância é geralmente interpretada, entendendo-se que o poeta diz que tinham decorrido cinco lunações, *enquanto o mar cortava a armada*. Mas como colocar cinco meses lunares desde 8 de Julho até 4 de Novembro?

É certo que João de Barros diz (*Asia*, déc. I, liv. IV, cap. II)

«E a primeira térra q̃ tomou ante de chegar ao cábo de bóa Esperança, foy a baya a que óra chamã de Sãcta Helena, auẽdo *cinquo meses* q̃ era partido de Lyxbóa: onde sayo em terra por fazer aguáda & assy tomar a altura do sol.»

Mas João de Barros não se refere a meses lunares. Tendo a armada navegado nos meses de Julho, Agosto, Setembro, Outubro e Novembro, conta estes cinco meses, embora incompletos.

O poeta, porém, mede o intervalo de tempo decorrido desde Lisboa a Santa Helena contando as fases da Lua, *enquanto o mar cortava a armada*. Ora Camões tinha um conhecimento muito preciso, quer da viagem do Gama, quer da astronomia, para não cometer o erro de contar cinco meses lunares desde 8 de Julho a 4 de Novembro. Note-se que o poeta se exprime dum modo diferente nas estâncias III, 59, e V, 24. Enquanto no cerco de Lisboa diz que a Lua cinco vezes se *escondera* e outras tantas mostrara *cheio* o rosto, agora diz que a Lua mostrara cinco vezes agora *meio* rosto, agora rosto *inteiro*. Durante o cerco dos «muros Ulysseos» houvera cinco luas novas e cinco luas cheias; durante a viagem do Gama houvera cinco quartos (meio rosto) e cinco luas cheias. Quartos crescentes ou minguantes? Pela ordem em que o poeta conta as fases — agora meio rosto, agora inteiro — é claro que se trata de quartos crescentes. O poeta afirma, pois, que, desde a partida de Lisboa até à chegada a Santa Helena, cinco vezes a Lua passou de quarto crescente a lua cheia. Ora foi precisamente isto o que sucedeu, como vamos verificar.

O *Almanach Perpetuum* de Abraham Zacuto, astrónomo de D. João II e D. Manuel, foi originalmente escrito em hebreu de 1473 a 1478, quando o autor era ainda professor na Universidade de Salamanca. A tradução latina foi feita por José Vizinho, membro da Junta dos Matemáticos, e publicada pela primeira vez em Leiria, em 1496 ([1]). Existe um exemplar desta edição na Biblioteca Nacional de Lisboa, do qual reproduzimos a página, que junto damos. Na Biblioteca da Universidade de Coimbra existe a edição de Veneza de 1502.

No *Almanach Perpetuum* de Zacuto encontram-se 31 tábuas de conjunções e oposições do Sol e da Lua, que vão desde o ano de 1478 ao de 1508, com os dados necessários para o cálculo das conjunções e oposições em anos posteriores. A página, que reproduzimos (fig. 20), contém as tábuas 19 e 20, relativas aos anos de 1496 e 1497. Como se

([1]) Na última folha desta edição lê-se: «Expliciunt tabule tabularum astronomice Raby abraham Zacuti astronomi serenisimi Regis emanuel Rex portugalie et cet cũ canonibus traductis a linga ebrayca in latinũ per magistrum Joseph vizinum discipulum eius actoris opera et arte viri solertis magistri ortas curaque sua nõ mediocri imprẽsione cõplete existunt felicibus astris año a prima rerum etherearum circuitione 1496 sole existente in 15g 53m 35s piscium sub celo leyree».

vê, cada tabela tem cinco colunas verticais. Na primeira, intitulada «menses», estão indicados os meses do ano, começando em Março e

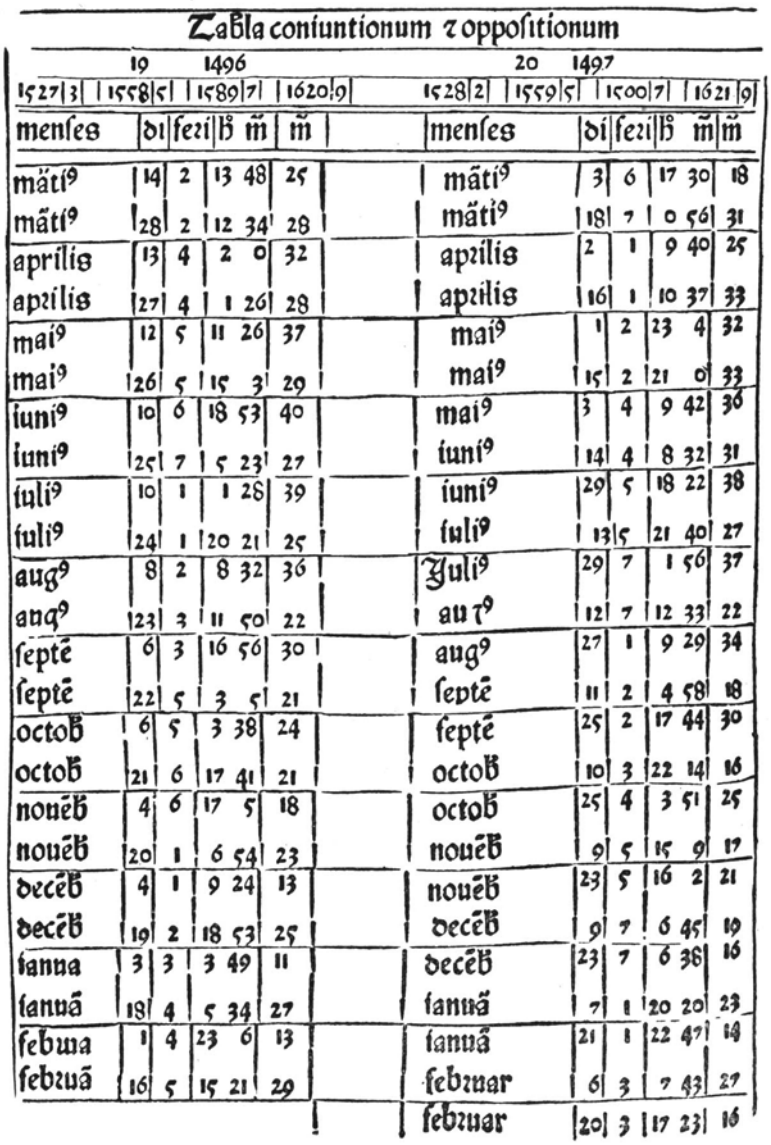

Tabla coniuntionum ⁊ oppositionum

19 1496						20 1497				
1527 3	1558 5	1589 7	1620 9			1528 2	1559 5	1500 7	1621 9	
menses	di	feri	h̊ m̃	m̃		menses	di	feri	h̊ m̃	m̃
mãti⁹	14	2	13 48	25		mãti⁹	3	6	17 30	18
mãti⁹	28	2	12 34	28		mãti⁹	18	7	0 56	31
aprilis	13	4	2 0	32		aprilis	2	1	9 40	25
aprilis	27	4	1 26	28		aprilis	16	1	10 37	33
mai⁹	12	5	11 26	37		mai⁹	1	2	23 4	32
mai⁹	26	5	15 3	29		mai⁹	15	2	21 0	33
iuni⁹	10	6	18 53	40		mai⁹	3	4	9 42	36
iuni⁹	25	7	5 23	27		iuni⁹	14	4	8 32	31
iuli⁹	10	1	1 28	39		iuni⁹	29	5	18 22	38
iuli⁹	24	1	20 21	25		iuli⁹	13	5	21 40	27
aug⁹	8	2	8 32	36		Yuli⁹	29	7	1 56	37
aug⁹	23	3	11 50	22		au ⁊⁹	12	7	12 33	22
septẽ	6	3	16 56	30		aug⁹	27	1	9 29	34
septẽ	22	5	3 5	21		septẽ	11	2	4 58	18
octob̃	6	5	3 38	24		septẽ	25	2	17 44	30
octob̃	21	6	17 41	21		octob̃	10	3	22 14	16
nouẽb̃	4	6	17 5	18		octob̃	25	4	3 51	25
nouẽb̃	20	1	6 54	23		nouẽb̃	9	5	15 9	17
decẽb̃	4	1	9 24	13		nouẽb̃	23	5	16 2	21
decẽb̃	19	2	18 53	25		decẽb̃	9	7	6 45	19
ianua	3	3	3 49	11		decẽb̃	23	7	6 38	16
ianuã	18	4	5 34	27		ianuã	7	1	20 20	23
februa	1	4	23 6	13		ianuã	21	1	22 47	14
februã	16	5	15 21	29		februar	6	3	7 43	27
						februar	20	3	17 23	16

FIG. 20 — Página do *Almanach Perpetuum* de Abraham Zacuto, edição de Leiria, 1946, com a tábua das conjunções e oposições da Lua nos anos de 1496 e 1497. Reprodução fotográfica do exemplar existente na Biblioteca Nacional de Lisboa, nas dimensões do original

terminando em Fevereiro. Na segunda, intitulada «dies», estão marcados os dias dos meses em que têm lugar as conjunções e oposições, isto é, as luas novas e as luas cheias, sendo os dias contados, segundo o uso

astronómico, de meio-dia a meio-dia. Na terceira coluna indicam-se os dias da semana, «feriae», pelos números desde 1 a 7, de domingo ao sábado. Na quarta coluna lêem-se as horas e minutos, sendo as horas contadas de 0 a 24, desde o meio-dia. A última coluna, de minutos, serve para cálculos de anos futuros. As linhas horizontais estão dispostas aos pares entre dois traços, sendo a superior relativa à conjunção e a inferior à oposição.

Da tabela da direita, referente ao ano de 1497, extraímos o seguinte quadro, que mostra as fases da Lua durante o trajecto da armada, desde Lisboa até à angra de Santa Helena:

ANO DE 1497

MESES	DIAS DO MÊS	DIAS DA SEMANA	HORAS E MINUTOS		LUAS
Junho	29	quinta-feira	18h	22m	lua nova
Julho	13	quinta-feira	21	40	lua cheia
Julho	29	sábado	1	56	lua nova
Agosto	12	sábado	12	33	lua cheia
Agosto	27	domingo	9	29	lua nova
Setembro	11	segunda-feira	4	58	lua cheia
Setembro	25	segunda-feira	17	44	lua nova
Outubro	10	terça-feira	22	14	lua cheia
Outubro	25	quarta-feira	3	51	lua nova
Novembro	9	quinta-feira	15	9	lua cheia

Vê-se assim que foi lua nova no dia 29 de Junho às 18 horas e 22 minutos (tempo astronómico) ou às 6 horas e 22 minutos da manhã do dia 30 (tempo civil); e foi lua cheia no dia 13 de Julho às 21 horas e 40 minutos (tempo astronómico) ou às 9 horas e 40 minutos do dia 14 (tempo civil). O quarto crescente foi então no dia 7 pela manhã. Quando, pois, a armada partiu do Tejo em 8 de Julho, tinha sido quarto crescente na véspera; a Lua ia, portanto, na passagem de *meio rosto* para *rosto inteiro* quando começou a famosa viagem do Gama.

Pela segunda vez mostrou a Lua inteiro o rosto em 12 de Agosto, pela terceira vez em 11 de Setembro, pela quarta em 10 de Outubro e, finalmente, pela quinta vez em 9 de Novembro, quando os nossos argonautas estavam já em Santa Helena, «alimpando os navios e corregendo

as velas e tomando lenha». A lua nova fora em 25 de Outubro. Vê-se que o quarto crescente foi na manhã do dia 2 de Novembro. Quando, pois, os nossos marinheiros avistaram terra, pelas 9 horas da manhã do dia 4 de Novembro, mostrara a Lua, dois dias antes, *meio rosto*, indo na transição para *rosto inteiro*, pela *quinta vez*, *enquanto o mar cortava a armada*.

Camões conhecia com certeza o livro de Zacuto, que devia ser famoso ainda no seu tempo. Percorrendo as tábuas do lunário, chamou-lhe naturalmente a atenção a tábua relativa ao ano de 1497. Camões, contando o tempo pelas fases da Lua, regista um facto astronómico rigorosamente verdadeiro, como acabamos de mostrar. Na estância 24 do canto V temos, pois, mais uma vez, ocasião de admirar como o poeta, sábio e artista, unia à beleza e concisão da forma a exactidão científica.

Mas um outro caso de exacta referência às fases lunares vem confirmar este seu constante respeito pela verdade dos factos astronómicos. É quando descreve os acontecimentos de Moçambique, onde surgiram na sexta-feira 2 de Março de 1498, como consta do *Roteiro da viagem de Vasco da Gama em 1497*, p. 23: «e huũa qujntafeira, que foy o primeiro dia do mes de Março a tarde ouvemos vista das ylhas e terra que se ao diante segue. E porque era tarde viramos na volta do mar, e pairamos ate pella manham. E entam viemos entrar em a terra sygujnte (Moçambique)». O *Almanach Perpetuum* de Zacuto (p. 311 da edição fac-similada) (1) fornece-nos um quadro de sizígias para o ano de 1498, análogo ao que atrás apresentámos para o ano de 1497:

ANO DE 1498

MESES	DIAS DO MÊS	DIAS DA SEMANA	HORAS E MINUTOS		LUAS
Março	7	quarta-feira	17h	28m	lua cheia
Março	22	quinta-feira	11	10	lua nova
Abril	6	sexta-feira	1	56	lua cheia
Abril	21	sábado	3	34	lua nova

A armada ancorou em Moçambique, a dois tiros de besta da povoação, em 2 de Março. Em 7 foi lua cheia, como consta do quadro. No dia 10, sábado, foram pousar no ilhéu de S. Jorge para ouvirem

(1) Alude à edição de Joaquim Bensaúde. vol. 3 da colecção *Histoire de la Science Nautique Portugaise à l'Epoque des Grandes Découvertes*, Berna e Munique, 1915. (Nota do editor.)

missa no domingo, antes de partirem de novo, em 11. Houve, pois, sempre luar durante as noites em que ali estiveram.

Camões descreve os sucessos da chegada, no canto I, estâncias 45 a 56. Acodem os pequenos batéis trazendo os naturais da terra, os quais vêm em som de festa, tocando anafis. Sobem logo pelas cordas e, em volta das mesas, que o capitão-mor lhes manda pôr,

Comendo alegremente perguntauão,
Pela Arabica lingoa, donde vinhão,
Quem erão, de que terra, que buscauão,
Ou que partes do mar corrido tinhão?
(I, 50).

Assim decorreram as horas em alegre convívio. Quando se retiraram já o dia findara:

Nisto Febo nas agoas encerrou,
Co carro de Christal, o claro dia:
Dando cargo aa Irmãa que alumiasse,
O largo Mundo, em quanto repousasse.
(I, 56).

Tinha sido quarto minguante em 28 de Fevereiro. A irmã de Febo ia na transição para o plenilúnio, que atingiria no dia 7 de Março. Assim, naquela tarde, quando o Sol desaparecia no horizonte, já a Lua prateada ia alta sobre o mar, a oriente do meridiano. Quando, pois, o Sol encerrava o claro dia, deixava realmente a Irmã alumiando já o largo Mundo. Com igual verdade continua o poeta, duas estâncias adiante, a descrição da noite:

Da Lua os claros rayos rutilauão,
Polas argenteas ondas Neptuninas,
As Estrellas os Ceos acompanhauão.
Qual campo reuestido de boninas,
(I, 58).

No domingo, 11, fizeram-se à vela. Mas, por causa das calmarias e correntes contrárias, abateram caminho, e na manhã de quinta-feira, 15, acharam-se 4 léguas a ré de Moçambique. Na tarde deste dia foram

pousar outra vez no ilhéu de S. Jorge, onde ficaram uma semana esperando tempo favorável. «E alij estevemos oyto dias, esperando por tempo», lê-se no *Roteiro*. «E por lhe ser o tempo por davante para sua navegação, esteve ali esperando por vento oito dias», diz Castanheda (liv. I, cap. VII). João de Barros explica a razão destes dias que resolveram esperar: «E vendo Vasco da Gama que lhe convinha esperar vento de mais fôrça para romper esta das correntes, a qual mudança seria *com a Lua nova (segundo o Mouro Piloto lhe dizia)*, foi surgir à Ilha de S. Jorge, donde partira, sem querer ter comunicação com os de Moçambique». No dia em que surgiram, quinta-feira, 15, era quarto minguante, e a lua nova havia de ser na quinta-feira seguinte, 22 de Março, como se vê no quadro atrás; tinham, pois, de esperar oito dias, segundo a indicação do piloto mouro. Esta referência de Barros deve ter chamado a atenção do poeta para as lunações, e assim se pode explicar o seu rigor neste assunto. De resto, ele bem sabia, pela experiência das suas próprias longas viagens à volta da África e pelo oceano Índico, como os pilotos seguem atentos as fases lunares, e o mesmo cuidado teve na descrição da derrota do Gama.

No sábado, 7 de Abril, véspera de Ramos, passaram defronte de Mombaça. Em 10 iam para entrar no porto, mas, levantadas as âncoras, como a nau capitaina não quis virar e ia de popa sobre um baixo, lançaram de novo as âncoras. Esta manobra assustou os mouros que estavam nos navios portugueses, por julgarem descoberta a traição por eles preparada, e por isso trataram de fugir atirando-se ao mar. Na noite dessa terça-feira, 10 de Abril, à meia-noite, vieram muitos homens a nado com o fim de cortarem as amarras da caravela *Bérrio* e da nau *S. Rafael*. No *Roteiro*, p. 40, lê-se a este respeito: «Em esta noute segujnte a mea noute vieram duas almadias com mujtos homens, os quaes se lançaram a nado e as almadias ficaram de largo e se foram ao navio Berrio e outros vieram ao S. Rafaell. E os que foram ao Berrio começaram de picar o cabre e os que estavam vigiando cujdaram que eram tonjnhas e, depois que os conheceram, bradaram aos outros navios, e outros estavam ja pegados nas cadeas da enxarcia de traquete do Rafaell, e, como foram simtidos, callaramse e deceranse abaixo e fogiram». Este episódio é contado em II, 66:

Na sombra escura os Mouros escondidos,
Mansamente as amarras lhe cortauão,
Por serem, dando aa costa, destruydos.

Antes disto o poeta conta o sonho do Gama, em que Mercúrio lhe aparece, começando por dizer que era meia-noite:

Meyo caminho a noite tinha andado,
E as Estrellas no Ceo co a luz alheia,
Tinhão o largo Mundo alumiado,
E so co sono a gente se recreia.
(II, 60).

3. *O ano*. — Foi ainda no período puramente popular da astronomia que se observou que, como a Lua, outras estrelas, tais como Marte, Júpiter e Saturno, se deslocavam por entre as constelações das estrelas fixas, sendo também classificadas como estrelas erráticas ou planetas. Mercúrio começou por ter dois nomes: *Apolo*, quando estrela da manhã, e *Mercúrio*, quando estrela da tarde. Reconheceu-se depois que Apolo e Mercúrio eram o mesmo planeta. Como Mercúrio, Vénus teve entre os Gregos dois nomes: *Fósforo*, como estrela da manhã, e *Héspero*, como estrela da tarde.

Na descrição da batalha do Salado aparece-nos Vénus como estrela da tarde (Véspero) em III, 115:

Ia se hia o Sol ardente recolhendo,
Pera a casa de Thetis, & inclinado,
Pera o Ponente o vespero trazendo,
Estaua o claro dia memorado,
Ouando o poder do Mauro grande & horẽdo
Foi pelos fortes Reis desbaratado,
Com tanta mortindade, que a memoria,
Nunca no mundo vio tam gram victoria.

Dizendo que o claro dia memorado estava inclinado para o poente, trazendo o véspero, não quer o poeta significar que, no dia 30 de Outubro de 1340, Vénus fora realmente estrela da tarde. O véspero vem aqui como símbolo da tarde; há nesta estância, como observa o Dr. José Maria Rodrigues no seu notabilíssimo estudo *Fontes dos Lusíadas* ([1]),

([1]) *O Instituto*, vol. LIV, p. 306 [ou, na edição em volume, *Fontes dos Lusíadas*, p. 130, Coimbra, 1905].

visível influência da *Crónica de D. Afonso IV*, de Rui de Pina (fl. 116):

«E este dia tam prospero deu deos aos cristaãos contra os jmigos da sua fee, em que tanta multidã delles foy em tam pouco espaço desbaratada como foy da óra da terça em que começaram a pellejar *atee vespera* que durou a batalha.»

Como estrela da manhã aparece Vénus ao romper do dia em que a armada chega enfim à vista da tão desejada terra da Índia, depois da noite procelosa, quando a deusa determina abrandar por amores as iras e os furores dos ventos, mostrando-lhes as ninfas belas, «que mais formosas vinham que as estrelas»:

Mas já a amorosa strela scintilaua
Diante do Sol claro, no Orizonte
Mensageira do dia, & visitaua
A terra, & o largo mar, com leda fronte:
A deosa, que nos ceos a governaua,
De quem foge o ensifero Orionte,
Tanto que o mar, & a chara armada vira,
Tocada junto foy de medo, & de ira.
(VI, 85).

O Sol foi também classificado como estrela errática, completando a conta dos sete planetas conhecidos dos antigos. A descoberta do movimento próprio do Sol, que se não vê ao mesmo tempo que as estrelas, exigiu um maior esforço de reflexão. Observando a constelação que segue imediatamente o Sol no seu ocaso ou a que o precede no seu nascimento, concluiu-se que estas constelações não são sempre as mesmas. Assim, se o ocaso da constelação de Áries se segue ao do Sol, passado tempo esta constelação desaparece nos raios solares e é a constelação do Toiro que passa depois a brilhar sobre o sol-poente. O Sol apaga com a sua luz as estrelas da constelação que está entre a que o precede no seu nascimento e a que o segue no seu ocaso; e verificou-se assim que ele vai percorrendo sucessivamente, de ocidente para oriente, as constelações duma zona da esfera estrelada a que se deu o nome de *zodíaco*. A sequência das observações levou à descoberta da *eclíptica*, círculo do movimento próprio do Sol, e

com o período deste movimento estabeleceu-se uma nova unidade de tempo: o ano.

O ano, período do curso próprio do Sol, cuja duração é de 365 dias e um quarto, aproximadamente, é definido pelo poeta em V, 2:

Entruaa neste tempo o eterno lume,
No animal Nemeyo truculento,
E o mundo que com tempo se consume
Na seista idade andaua enfermo & lento:
Nella ve, como tinha por costume
Cursos do Sol quatorze vezes cento,
Com mais nouenta & sete, em que corria
Quando no mar a armada se estendia.

A sexta idade começava com o nascimento de Cristo. Corria, pois, o ano de 1497 da era de Cristo, quando a armada partiu do Tejo.

A explicação das idades do Mundo pode ler-se na *Chronographia o Reportorio de los Tiempos* de Jerónimo Chaves. Transcrevemos da edição de Lisboa, 1576, fl. 38:

«*De las edades del mundo.*
Título 72.

«Toda la vniuersal duracion dei mũdo fue diuisa por los antiguos Padres en seys interuallos de tiempo, a quien llamaron tas Edades del mundo. Y esta diuisiõ fue assi hecha cõforme a los seys dias en que fue criado el mundo, y esta es la cõmun diuision de Eusebio, y de todos los historiadores. En el tiẽpo y duracion de cada vna destas edades ay tan gran diferencia y confusion entre los historiadores, que no se ha podido tomar certidumbre de su numeracion Y ay dos principales parcialidades. Vnos siguen a los Hebreos, y otros a los setenta y dos Interpretes, que traduxeron el viejo testamento: y segun estas dos opiniones me parescio collegir el tiempo de estas edades, y hazer de cada una dellas Catalogo particular. Porque con mayor facilidad las pueda entender el lector.»

Em resumo, a primeira idade, comparada à infância do homem, vai desde a origem do Mundo até ao dilúvio universal. A segunda idade, que foi como a puerícia do género humano, vai desde o dilúvio até ao

nascimento de Abraão. A terceira idade, comparada à adolescência do homem, vai até David. A quarta idade, que é comparada à juventude do homem, vai desde o rei David até à transmigração de Babilónia. A quinta idade, que foi como a velhice do homem, vai até ao nascimento de Cristo. A sexta idade e última vai desde o nascimento de Cristo até ao último dia, o dia do juízo final. Isto mesmo se lê no *Reportório dos Tempos* de André do Avelar, que é, em grande parte, tradução do livro de Jerónimo Chaves.

O Mundo, que com o tempo se consome, andando na sexta idade, que é a última, vai numa velhice adiantada. Por isso o poeta o acha *enfermo e lento*.

O ano é também definido em X, 86.

> *... em quanto Phebo, de luz nunca escasso,*
> *Dozentos cursos faz, dâ elle hum passo.*

4. *O tempo*. — A descoberta do movimento próprio do Sol levou à distinção entre o dia solar e o dia sideral, determinado por duas passagens sucessivas duma estrela fixa no meridiano. O dia solar é maior que o sideral e os dias solares verdadeiros não são iguais entre si. O dia sideral, que para nós é o tempo duma rotação completa da Terra, era ainda no século XVI o tempo duma rotação do primeiro móbil, a esfera impulsora do movimento diurno. O dia sideral, período constante, é a unidade natural do tempo.

No «Título 3.°. Del Tiempo» da *Chronographia* de Jerónimo Chaves, que atrás citámos, lê-se (fl. 2):

«... Aristoteles dize: El tiẽpo ser vn cierto numero y medida del mouimiento del primer mobil, considerando en el partes primeras y postrimeras (...). Y porq̃ entre todos los mouimẽtos de los cuerpos celestiales, el mouimiento del Sol era mas notorio y comum a todos los vulgares, y semejantemente el mouimiento de la Luna: por esta causa la gente vulgar midio los tiempos cõ estos dos mouimiẽtos. Y vnos seguierõ el mouimiẽto de la Luna, y tales fuerõ los Arabes: y al principio la mayor parte de todas las naciones. Despues otros siguieron el mouimiẽto del Sol. Y tales fueron los Romanos. Solos los Philosophos dentenieron el tiempo por el numero y medida del mouimiento del primer cielo, o primer mobil; el qual es causa del mouimiento diurno y cotidiano, y tambien por ser mas regulatissimo que todos los otros Cielos y Spheras celestes.»

É este modo de entender o tempo, medindo-o pelo movimento do primeiro móbil, que se encontra em III, 22, quando o poeta diz que a Lusitânia se tornou reino ilustre no decorrer do tempo:

Desta o Pastor nasceo, que no seu nome
Se ve, que de homem forte os feitos teue,
Cuja fama, vinguem virà que dome,
Pois a grande de Roma não se atreue:
Esta, o velho que os filhos proprios come,
Por decreto do, Ceo ligeiro, & leue,
Veo a fazer no mundo tanta parte,
Criando a Reino illustre, & foi desta arte.

No quinto verso introduz o poeta o mito do tempo que tudo produz e tudo consome, «o velho que os filhos proprios come». O «Ceo ligeiro, & leue» do verso seguinte é o primeiro móbil, que, como já vimos (pp. 43 e 88), é definido com os mesmos adjectivos no final da estância 85 do canto X:

Outro corre tam leue & tam ligeiro,
Que não se enxerga, he o Mobile primeiro.

No *Reportorio dos tẽpos em lingoagẽ Portugues* por Valẽtim fernãdez alemã, que parece ter sido o primeiro dos reportórios publicados em português, começa-se por definir o tempo. Transcrevemos do exemplar existente na Biblioteca de Évora, que julgamos ser a edição de 1528 (1):

«Começa se ho reportorio & primeyramẽte do tempo em geeral & que cousa he.

«Em aquelle tempo rudo & muy rustico antes que em ytalia sobessem as gẽtes por ordẽ semear nẽ colher: nõ tẽdo dimensiõ nem cõta certa

(1) Ao exemplar de Évora faltam as últimas páginas, que estão substituídas por páginas manuscritas, copiadas da edição de 1552. Tivemos ocasião de comparar o exemplar de Évora com a edição de 1552 existente na Biblioteca Nacional de Lisboa, nesta vêm as tábuas do lunário para os anos de 1550 a 1600; no exemplar de Évora vêm estas tábuas para os anos de 1528 a 1550. A edição de Évora deve, pois, ser a de 1528. O *Reportorio dos tẽpos* de Valentim Fernandes é traduzido do castelhano e dedicado a António Carneiro, sumo secretário do rei D. Manuel. Do *Reportorio de tiẽpo* original existe na Biblioteca de Évora uma edição, corrigida por Sancho de Salaya, catedrático de Salamanca, publicada em Lisboa em 1543. A tradução de Valentim Fernandes é feita duma edição anterior, devida a André de Ly, saragoçano.

algũa: andaua todo entre elles confuso. Por isso como escreve Aurelio macrobio: nõ auia entã tempos algũs. Ca tẽpo nõ he al se nom hũa conta ou medida certa que do *contino rodeo do ceo* se colhe & alcança. E por quanto chegando hay Saturno a regnar por sua industria alcançou a gente noticia de laurar / semear / colher / & enxertar por ordem de agricultura com tempo & numero. Certo louuarom no os antijgos muyto: & hõrrarom no como a deus & padre do tempo: mais largamente em seu proprio lugar: quãdo dos signos & pranetas se fizer mençã.»

E adiante, quando se trata do sétimo céu e de Saturno, lê-se:

«Outros disserõ q̃ saturno quer tãto dizer como semeador: que elle foy primeyro q̃ ensinou a semear laurar & prãtar em ytalia: & por ysso o pintarõ cõ a fosse na mão & comẽdo seus filhos: porque todas as cousas q̃ o tẽpo produze elle mesmo as cõsume: & assi o hõrrarõ por deus dos tẽpos: he praneta masculino.»

Camões conhecia com certeza o *Reportorio dos tẽpos* de Valentim Fernandes. Parece-nos evidente a influência do trecho da definição do tempo, que transcrevemos, na estância que estamos analisando. No quinto verso está o tempo personificado em Saturno. O tempo é, porém, marcado pelo movimento do primeiro móbil, o céu ligeiro e leve do verso seguinte. A frase *contino rodeo do ceo* faz lembrar o verso:

O ceo volubil com perpetua roda

que define o primeiro móbil na estância VII, 60.

Do livro do professor Mach, cujo nome já noutro lugar (p. 76) citámos, *Conferências scientíficas populares* (1), traduzimos um trecho da conferência intitulada «Natureza económica das investigações físicas», por nos parecer um interessante comentário à estância que nos ocupa:

«Todas as leis e conceitos físicos são indicações abreviadas, que muitas vezes contêm implícitas ainda outras indicações, a respeito de experiências econòmicamente ordenadas e prontas para uso. A brevidade pode dar a tais indicações, cujo conteúdo só raras vezes se enuncia dum

(1) E. Mach, *Popular wissenschaftliche Vorlesungen*, Leipzig, 1910.

modo completo, a aparência de entidades independentes. Não queremos naturalmente ocupar-nos aqui dos mitos poéticos como é, por exemplo, o do Tempo que tudo gera e tudo devora. Lembraremos apenas que Newton ainda fala dum Tempo absoluto, independente de todos os fenómenos bem como dum Espaço absoluto, conceitos acima dos quais o próprio Kant não pôde elevar-se, e que ainda hoje são, de vez em quando, repetidos a sério. Para o investigador da Natureza é cada determinação de Tempo apenas a indicação abreviada da dependência de um fenómeno de outro, e nada mais. Quando dizemos que a aceleração dum corpo caindo livremente é de 9^{m},810 por segundo, quer isto dizer que a velocidade para o centro da Terra aumentou de 9^{m},810 enquanto a Terra executou mais $\frac{1}{86400}$ da sua rotação (1), o que, por sua vez, só pode reconhecer-se pela sua posição relativamente a outros corpos celestes. A velocidade não é também senão uma relação da posição do corpo com a posição da Terra. Em vez de os referirmos à Terra, podemos referir todos os fenómenos a um relógio ou mesmo à nossa sensação interna do Tempo. Como existe uma correlação entre todos os fenómenos, e cada um pode servir para medida dos restantes, fàcilmente se origina o erro de se atribuir significação ao Tempo, independentemente dos fenómenos.»

Se Camões reproduz o mito poético do tempo como entidade independente, o que é natural num poeta, logo no verso seguinte, como homem de grande saber que também foi, se reporta à noção rigorosa do tempo, referindo o intervalo que vai desde Viriato a D. Afonso Henriques ao movimento de rotação do primeiro móbil, a que hoje corresponde o movimento de rotação da Terra, satisfazendo assim os filósofos antigos, como Aristóteles, e os futuros, como Mach.

5. *As horas*. — O dia divide-se em horas:

> *Ia neste tempo o lucido Planeta,*
> *Que as horas vay do dia distinguindo,*
> *Chegaua aa desejada, & lenta Meta,*
> *A luz celeste aas gentes encobrindo:*
> (II, 1).

(1) O dia tem 86 400 (24 x 60 x 60) segundos.

No século XVI usavam-se no mar os relógios de sol (1). Havia também relógios de areia para marcar as divisões dos quartos *de vigia*, a que o poeta se refere em II, 60.

O Capitão illustre, ja cansado,
De vigiar a noite, que arreceia,
Breue repouso antam aos olhos daua,
A outra gente a quartos vigiaua.

Cada quarto de vigia durava oito *relógios*, ou ampulhetas de meia hora. O primeiro quarto de vigia da noite era *o quarto da prima*; o segundo o *da modorra*; e o terceiro o quarto *da alva*. Assim, no *Roteiro de Dom Joam de Castro, da viagem que fizeram os portuguezes ao mar Roxo no anno de 1541*, Paris, 1833, lê-se:

«De noute, toda a noute foi o vento Nordeste gallerno: o *quarto da Prima* gouernamos Alloeste, e o *da modorra*, Alloeste quarta de Noroeste. Mas o *quarto dalua* gouernamos todo Alloeste» (p. 26).

«De noute foi o vento oeste bonança: toda a noute corremos, ate *o quarto da prima rendido*, com as vellas de proa, e vellas da gauia grande. A *huum rellogio do quarto da modorra*, tomamos fundo em .8. braças, e deshi ate amanhecer, corremos com todallas vellas: gouernamos sempre leste, quarta de sueste» (p. 271).

Assiste-se ao *render do quarto da prima* em VI, 38:

Em quanto este conselho se fazia
No fundo aquoso, a leda lassa Frota
Com vento sossegado proseguia
Pello tranquilo mar, a longa rota:
Era no tempo quando a luz do dia
Do Eoo Emisperio estâ remota,
Os do quarto da prima se deitauão
Pera o segundo os outros despertauão.

(1) Os defeitos destes relógios são apontados por D. João de Castro no *Roteiro de Lisboa a Goa*, Lisboa, 1882, p. 183: «...não considerando como os Relogios por onde se regem são feitos em differentes Regiões, e cada hum serue à leuação do pollo do lugar donde he feito, o que oje muy conhecidamente se mostrou ao meo dia; porque, vereficando as oras por quatro Relogios, achei que dous delles me fazião meo dia, e o terceiro 11 oras ½, e o quarto 11 oras ⅓: alem disto faz mintir muitas vezes muito os taes Relogios o variar de suas agulhas, porque, como quer que são ceuadas com differentes pedras, e os mesmos ferrinhos seião reais aceiros huns que outros, faz que variem ou nordesteem huns muy differente dos outros, e daquy vem mostrarem o lugar de meo dia com tanta falsidade: ...».

O segundo quarto é o da *modorra*, cuja denominação o poeta justifica na descrição que faz na estância imediata:

Vencidos vem do sono, & mal despertos
Bocijando a miude se encostauão,
Pellas antenas, todos mal cubertos,
Contra os agudos ares que assoprauão:
Os olhos contra seu querer abertos
Mas estregando os membros estirauão,
Remedios contra o sonno buscar querem,
Historias contão, casos mil referem.

Para resistirem à modorra que os acomete, conta então Veloso aos companheiros a história dos Doze de Inglaterra.

6. *Os signos do zodíaco*. **—** Como já vimos (p. 89), o zodíaco é descrito pelo poeta na segunda parte da estância X, 87:

Bem ves como se veste, & faz ornado
Co largo cinto douro, que estellantes
Animais doze traz afigurados,
Aposentos de Phebo limitados.

O zodíaco, zona celeste de 12 graus de largura, dentro da qual se observam os movimentos dos planetas, é dividido em doze signos, como é sabido. No *Reportório dos Tempos* de Valentim Fernandes lê-se, no capítulo intitulado «Dos doze signos & q̃ quer dizer signos»:

«..... Signo nõ quer dizer outra cousa se nõ *casas* ou *moradas do sol*. E assi he de presuponer q̃ todos os doze signos do zodiaco se referem aa natureza do sol. Ca segundo o efecto q̃ ho sol faz quãdo esta em cada *casa* daquelles doze tal nome poserom os astrologos ao signo que nos mostra aquella *casa* atribuyda & correspondente aa condiçam de aquelle animal por a qual se figura como veremos por ordẽ em cada hũ dos signos.»

O Sol, percorrendo a eclíptica, linha média do zodíaco, ocupa sucessivamente cada um dos *signos*, que se chamavam também *casas* do Sol. Por isso o poeta lhes chama *Aposentos* de Phebo limitados. São *limitados* à extensão de 30 graus cada um, perfazendo os doze os 360 graus da volta inteira do zodíaco. Junto damos um quadro dos doze signos com os seus nomes, latino e português, os símbolos com que se designam as figuras correspondentes aos seus nomes como se vêem na *Chronographia* de Jerónimo Chaves, e os graus de longitude em que cada um começa (fig. 21). Os nomes dos signos são os mesmos das constelações zodiacais, os doze *estrellantes animais afigurados*. Foi no tempo de Hiparco que os signos tomaram o nome das constelações que os ocupavam. Por causa da precessão dos equinócios, à razão de 50″,2 por ano, os signos foram-se deslocando para ocidente sobre as constelações, estando hoje o signo de Áries sobre a constelação dos Peixes.

Os *Reportórios* do século XVI trazem a descrição minuciosa de cada um dos signos, com a astrologia respectiva. Percorrendo os capítulos, relativos aos signos, do *Reportório* de Valentim Fernandes, pode-se formar o seguinte quadro das datas das entradas do Sol nos signos:

Aries	11 de Março	Libra	14 de Setembro
Taurus	11 de Abril	Scorpius	14 de Outubro
Gemini	12 de Maio	Sagittarius	13 de Novembro
Cancer	12 de Junho	Capricornus...	12 de Dezembro
Leo	14 de Julho	Aquarius	11 de Janeiro
Virgo	14 de Agosto	Pisces	10 de Fevereiro

Os quatro signos de Aries, Cancer, Libra e Capricornus eram chamados os quatro signos cardiais, porque a entrada do Sol neles marca o princípio das estações.

No *Reportório* de Avelar, impresso pela primeira vez em 1585, «conforme à noua reformação do sancto Padre Gregório XIII», encontra-se (fl. 87 v.) a tábua da entrada do Sol nos doze signos, sendo a entrada em Aries a 21 de Março, em Taurus a 21 de Abril, etc., por causa dos dez dias suprimidos em 1582.

Camões exprime a época do ano em que tiveram lugar alguns dos acontecimentos que descreve pela posição do Sol na eclíptica, indicando

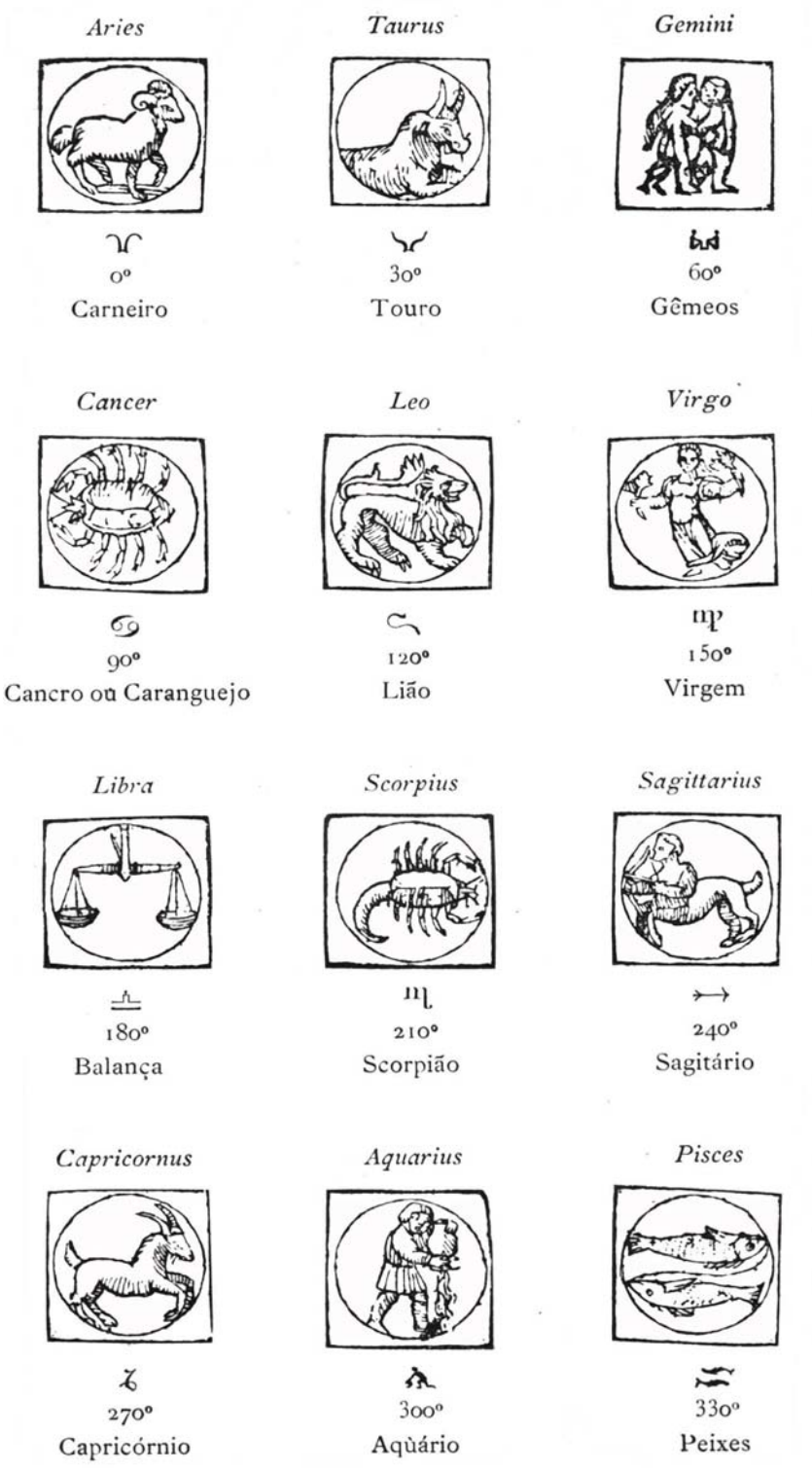

FIG. 21 — *Os signos do zodíaco*. As figuras são reproduzidas de *Chronografia* de Hieronymo Chaves, Lisboa, 1576, fl. 161

o signo. Assim, a batalha de Aljubarrota coincidiu com a entrada do Sol no signo da Virgem:

Respondem as trombetas mensageiras,
Pifaros sibilantes, & atambores,
Alferezes volteão as bandeiras,
Que variadas sam de muitas cores:
Era no seco tempo, que nas eiras
Ceres o fructo deixa aos lauradores,
Entra em Astrea o Sol, no mes de Agosto,
Baco das vivas tira o doçe mosto.
(IV, 27).

Como se vê da tabela, o Sol entrava no signo da Virgem a 14 de Agosto, e a batalha teve lugar em 14 de Agosto de 1385.

Na descrição dos signos da *Chronographia* de Jerónimo Chaves, indica-se não só a entrada no signo como a entrada na *imagem*, isto é, na constelação do mesmo nome, que tem lugar mais tarde, porque as constelações são deslocadas para oriente, relativamente aos signos, pela precessão dos equinócios. Lê-se na *Chronographia* (fl. 85)

«Entra el sol en el signo de Virgo comunmente a los quatorze de Agosto, comiença a entrar en la imagen al fin de Agosto.»

O poeta refere-se sempre aos signos, e não às constelações. A posição do Sol na eclíptica indicava-se pela sua longitude, expressa no signo, e nos graus e minutos do signo ([1]).Também nas três estâncias, de que em seguida nos vamos ocupar, é o signo que o poeta designa pelo animal correspondente ao seu nome, e não a constelação.

A data da batalha de Aljubarrota é não só determinada astronòmicamente, mas relacionada também com factos agrícolas, o que dá àquela estância um certo sabor de almanaque. No calendário do *Reportório* de Valentim Fernandes há no cimo de cada página dos meses dois versos

([1]) A transcrição, que numa nota anterior fizemos, da última folha do *Almanach Perpetuum* de Zacuto termina assim: «... 1496 sole existente in 15 g 53 m 35 s piscium sob ceio leyree». Terminou-se a impressão do *Almanach* estando o Sol em 15º 53′ 35″ do signo dos Peixes no ano de 1496, isto é, em 25 de Fevereiro de 1496, como se pode verificar nas próprias tábuas de Zacuto.

alusivos aos factos característicos de cada um, com a correspondente gravura. O mês de Julho diz:

Yo soy julio: el q̃ trillo las eras:
Porq̃ de pã: se incham paneras.

O de Agosto:

Yo soy agosto; q̃ amaño las cubas
Pipas & quartos: pera el çumo de las vuas.

O de Setembro:

Yo soy setiẽbro q̃ de maduras vuas
Ago buẽ vino: hinchẽdo las cubas.

O poeta indica os dois acontecimentos agrícolas entre os quais teve lugar a batalha: o malhar do trigo nas eiras e as vindimas.

Em II, 72, marca o poeta o dia da chegada a Melinde, que teve lugar em 15 de Abril de 1498, domingo de Páscoa, como já dissemos:

Era no tempo alegre quando entraua,
No roubador de Europa a luz Febea,
Quando hum, & o outro corno lhe aquẽtaua,
E Flora derramaua o de Amalthea:
A memoria do dia renouaua,
O presuroso Sol, que o Ceo rodea,
Em que aquelle, a quem tudo está sogeito,
O sello pos a quanto tinha feito.

Era quando o Sol começava a percorrer o signo do Touro, onde estava havia apenas quatro dias, pois entrara nele a 11 de Abril. Era no tempo alegre em que Flora, deusa das flores, derramava a sua cornucópia. No *Reportório* de Valentim Fernandes define-se assim, no calendário, o mês de Abril:

Yo soy abril: de dulce dormir.
Agradã flores hojas: y aues oyr.

Em V, 2, diz o poeta a época da partida da armada do Tejo, que foi em 8 de Julho de 1497. Nos dois primeiros versos indica o mês:

Estruaa neste tempo o eterno lume,
No animal Nemeyo truculento.

Entruaa quer aqui dizer *ia entrar*. A entrada do Sol no signo do Leão ia ter lugar poucos dias depois, a 14 de Julho, como se vê no quadro atrás.

Andava o Sol no signo dos Peixes quando a armada, tendo deixado o rio dos Bons Sinais, ia a caminho de Moçambique:

Em quanto isto se passa, na fermosa
Casa Eterea do Olimpo omnipotente,
Cortaua o mar a gente belicosa:
Ia la da banda do Austro, & do Oriente,
Entre a costa Ethiopica, & a famosa
Ilha de sam Lourenço, & o Sol ardente
Queimaua entam os Deoses, que Tifêo
Co temor grande em pexes conuertêo.
(I. 42).

O Sol entrava no signo dos Peixes a 10 de Fevereiro e levava a percorrê-lo até 11 de Março, em que passava para o de Áries. A gente belicosa cortava o mar desde 24 de Fevereiro e ia chegar à ilha de Moçambique, que avistaram em 1 de Março. Esteve durante este trajecto sempre o Sol no signo dos Peixes. Transcrevemos a passagem correspondente do *Roteiro da viagem de Vasco da Gama em 1497* (p. 22):

«... e aquy posemos huũ padram, ao quall poseram nome o padram de Sam Rrafaell, e jsto porque elle o levava, e ao rrio dos Bõos Signaees (1).

«Daquy nos partimos huũ sabado que eram *vinte e quatro dias do mes de Fevereiro* e fomos aquelle dia na volta do mar, e a noute segujnte em Leste por nos arredarmos da costa a quall era mujto graçiosa de vista.

(1) Compare-se com V, 78: *Muy grandentente aqui nos alegramos / coa gente, & com as nouas muito mais. Pellos sinais que neste rio achamos / o nome lhe ficou dos bons sinais: / Hum padrão nesta terra aleuantamos / que pera asinalar lugares tais / trazia alguns, o nome tem do bello / guiador de Tobias e Gabello*.

E ao domjngo fomos ao Nordeste, e quando veo a oras de vespora vimos estar tres ylhas em o mar e eram pequenas, e as duas sam de grandes arvoredos e a outra e calva he pequena majs que as outras, e de huũa aa outra avera quatro legoas, e porque era noute vyramos no volta do mar e de noute pasamos per ellas. E ao outro dia fomos noso camjnho, e andamos seis dias pello maar, porque as noutes pairavamos. E huũa qujnta feira, que foy o *primeiro dia do mes de Março* a tarde ouvemos vista das ylhas e terra que se ao diante segue. E porque era tarde viramos na volta do mar e pairamos ate pella manham. E emtam viemos emtrar em a terra sygujnte.»

Esta terra era a ilha de Moçambique. A viagem desde o rio dos Bons Sinais até Moçambique é de novo descrita em V, 84, na narração feita pelo Gama ao rei de Melinde:

Assi que deste porto nos partimos
Com mayor esperança & mòr tristeza,
E pella costa abaixo o mar abrimos
Buscando algum sinal de mais firmeza:
Na dura Moçambique em fim surgimos,
De cuja falsidade & mâ vileza
Ia seras sabedor, & dos enganos
Dos pouos de Mombaça pouco humanos.

7. *As cinco zonas*. — A divisão da esfera celeste nas cinco zonas e a correspondente divisão do globo terrestre acham-se descritas no *Tratado da Sphera* de Pedro Nunes, na parte do capítulo II que tem por título «Dos quatro circulos menores»:

«Poys que ja falamos dos seys circulos mayores diremos agora dos quatro menores. Auemos de notar que estando o sol no primeiro põto de cancro que he ho solsticio do estio: pello mouimento do primeiro mobile: faz hum circulo que he ho derradeiro que ho sol faz da parte do norte: & chamase circulo do solsticio estiual pella razam sobredita: & chamase tambem tropico estiual: & veo este nome de tropos que quer dizer volta: porque entam começa ho sol a fazer volta pera o hemispherio debayxo & começase apartar de nos. Estando tambem ho sol no primeiro ponto de Capricorno que he o solsticio do inuerno: pello

mouimento do primeiro mobile: faz hum circulo que he ho derradeiro que elle faz da banda do sul. E chamase circulo do solsticio do ynuerno: ou tropico do ynuerno: porque entam faz ho sol volta pera nos. E pois o zodiaco se aparta da equinocial: tambẽ o polo do zodiaco se apartara do polo do mundo. E pois a oitaua esphera se moue: tambem ho zodiaco que he parte da oytaua esphera se mouera: per derredor do eyxo do mundo: & ho polo do zodiaco se mouera per derredor do polo do mundo. Por tãto este circulo que o polo do zodiaco faz per derredor do polo artico : chamase circulo artico: & o outro circulo que faz ho outro polo do zodiaco per derredor do polo antartico: chamase circulo antartico. Outro si quanto he o que mays se aparta o Sol da equinocial: tanto he o que se aparta ho polo do zodiaco do polo do mũdo: ho que se prouara desta maneira (...) E auemos mays de notar que os quatro paralellos menores .s. dous tropicos & ho paralello artico & ho antartico nos apartão *no ceo cinquo zonas* ou regiões. E por isso dezia Vergilio nas georgicas. Cinco zonas ha no Ceo hũa das quaes he sempre queimada do sol & torrada do fogo. *Outras tantas partes ha na terra que dereitamente estão debaixo das ditas zonas:* como Ouuidio dixe no primeiro liuro do Metamorphoseos. A q̃ esta no meyo nam he habitauel per quentura: duas dellas estão cubertas de neue: & as outras duas que estam antre estas: sam temperadas pella mistura do quẽte com o frio. Assi que a zona que esta antre os dous tropicos he inhabitauel: pella quentura do sol que sempre anda antre os tropicos: & pella mesma causa a terra que jaz debaixo della he *inabitauel*: e as duas Zonas que estam cercadas pello circulo artico & pello antartico: sam *inhabitaueis* per muito frio: porque ho sol anda muito apartado dellas: & ho mesmo se ha de dizer das regioes da terra que estão debaixo: mas das outras duas zonas: assi a que estaa antre ho tropico do estio & ho circulo artico: como a q̃ esta antre ho tropico do inuerno & ho circulo antartico: sam habitaueis: porque se tempera a quentura da Zona torrada q̃ esta antre os tropicos: com a frialdade das zonas frias que estão debaixo dos polos: & ho mesmo se ha de dizer das partes da terra que estam debaixo dellas.»

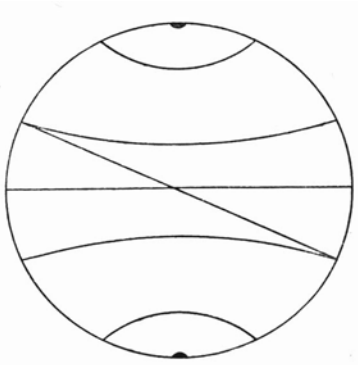

FIG. 22

A esta afirmação do texto de Sacrobosco, da inabitabilidade da zona tórrida e das zonas glaciais, faz o tradutor Pedro Nunes a seguinte anotação na margem:

«As nauegações dos Portugueses nos amostrarã : q̃ não ha terra tam destẽperada per qẽte nẽ per fria em q̃ não aja homẽs.»

As navegações dos Portugueses transformaram a ciência do tempo.

No trecho acima transcrito, quando, depois de definidas as cinco zonas celestes, se diz «outras tantas partes ha na terra que *dereitamente* estão debaixo das ditas zonas», deve-se entender que cada ponto duma zona terrestre tem o seu zénite na zona celeste correspondente. As verticais tiradas do centro da Terra para os trópicos e círculos polares terrestres determinam superfícies cónicas de revolução em torno do eixo do Mundo, que vão interceptar a esfera celeste segundo os trópicos e círculos polares celestes correspondentes.

A equinocial, ou, como hoje dizemos, o equador, linha média da zona tórrida, está definida pelo poeta em V, 13:

Por este largo mar em fim me alongo
Do conhecido pollo de Calisto,
Tendo o termino ardente ja passado
Onde o meyo do mundo he limitado.

Em V, 7:

Passamos o limite aonde chega
O Sol, que pera o Norte os carros guia,
Onde jazem os pouos, a quem nega
O filho de Climêne a cor do dia:

e em X, 129:

Aqui o soberbo imperio, que se afama
Com terras, & riqueza não cuidada,
Da China corre, & ocupa o senhorio
Desdo Tropico ardente ao Cinto frio.

refere-se o poeta ao trópico de Câncer e ao círculo polar árctico. O trópico de Capricórnio e o círculo polar antárctico são introduzidos em V, 27:

Achamos ter de todo ja passado
Do Semicapro pexe a grande meta,
Estando entre elle & o circulo gelado
Austral, parte do mundo mais secreta:

Mas a mais formosa estância em que entram as zonas terrestres é a admirável colocação da Europa na zona temperada, em III, 6:

Entre a Zona que o Cancro senhorea,
Meta Septentrional do Sol luzente,
E aquella, que por fria se arrecea
Tanto, como a do meyo por ardente,
Iaz a soberba Europa, a quem rodea,
Pela parte do Arcturo, & do Occidente:
Com suas salsas ondas o Occeano,
E pela Austral, o iWar Mediterrano.

8. *As estações*. — A entrada do Sol nos quatro signos cardeais marca o princípio das estações, que têm sua feição especial segundo a zona que se considera. Tendo a armada atravessado a zona tórrida, o poeta descreve naturalmente os factos característicos desta zona. Na parte do capítulo III do *Tratado da Sphera* intitulada «Da diuersidade dos dias & noytes que tem os que morão em diuersas partes da terra», começa-se por descrever o que sucede com os habitantes do equador:

«Auemos de saber que os que viuem debayxo da equinocial tem ho sol na cabeça duas vezes no anno: conuẽ a saber quãdo estaa no principio de Aries: & quando estaa no principio de Libra: & tem nestes tempos dous solsticios altos: porq̃ lhes passa o sol dereitamente per cima de sua cabeça: tem tambem dous solsticios bayxos quando ho sol esta nos principios de Cancro & Capricorno: & chamanse bayxos porque entam se aparta ho sol ho mais que ser pode do seu zenith: do qual se segue que poys *sempre lhes he equinocio:* teram no anno quatro solsticios dous altos & dous bayxos: & teram *dous estios* .s. estando o sol em qualquer dos dous põtos equinociaes ou junto delles. Tambẽ

teram *dous inuernos* .s. estando o sol nos primeiros pontos de cancro e Capricorno ou jũto delles (...) E nesta abitação nacẽ & se poem as estrellas que estam acerca dos polos (...)»

Para os habitantes do equador, os pólos do Mundo estão no horizonte, que corta, portanto, ao meio os círculos diurnos de todos os astros. Durante todo o ano são os dias iguais às noites: *sempre lhes he equinocio.* Por isso o poeta diz em II, 63:

Vaite ao longo da costa discorrendo,
E outra terra acharás de mais verdade
La quasi junto donde o Sol ardendo,
Iguala o dia, & noite em quantidade:

referindo-se a Melinde, que fica junto do equador, a três graus apenas de latitude sul. A linha equinocial é igualmente definida em VII, 61:

E desda fria plaga de Gelanda,
Ate bem donde o Sol nam muda o estilo
Nos dias, sobre a gente de Ethiopia,
Tudo tem no seu Reino em grande copia.

Nem só os que vivem no equador têm dois Estios e dois Invernos; o mesmo sucede aos outros habitantes da zona tórrida. Com o título «Dos que viuem antre a equinocial & o tropico de Cancro», lê-se depois no *Tratado da Sphera:*

«Os que tem ho zenith antre a equinocial & o tropico de Cancro tem duas vezes no anno ho sol sobre a cabeça: porque se imaginarmos hum circulo equidistante a equinocial: & que passe pello zenith da sua cabeça: craro esta que este tal circulo se encõtrara com ho zodiaco em dous lugares que igoalmente se apartam do principio de Cancro: & portanto quãdo quer que ho sol esteuer nestes dous lugares passara de necessidade pello zenith de sua cabeça. Do qual se segue que terá *dous estios & dous inuernos:* quatro solsticios & quatro deferenças de sombras: assi como os que viuem debaixo da equinocial: (...).»

É claro que considerações análogas se podem fazer para os que vivem entre a equinocial e o trópico de Capricórnio. Mas destes não fala o *Tratado da Sphera*, que só se refere ao hemisfério boreal. Quando

Sacrobosco, no século XIII, escreveu o seu tratado não eram seus conhecidos os habitantes do hemisfério austral. Foram os Portugueses os primeiros que atravessaram a zona tórrida, onde duas vezes por ano o Sol passa no zénite de cada lugar, *dois invernos fazendo e dois verões*, como o Gama diz ao rei de Melinde em V, 15:

Assi passando aquellas regiões,
Por onde duas vezes passa Apolo,
Dous inuernos fazendo & dous verões,
Em quanto corre dhum ao outro Polo:
Por calmas, por tormentas & opressões
Que sempre faz no mar o yrado Eolo,
Vimos as Vrsas a pesar de Iuno
Banharemse nas agoas de Neptuno.

A respeito dos que vivem no limite norte da zona tórrida, diz o *Tratado da Sphera*, no parágrafo

«*Dos que viuem debaixo do tropico de Cancro:*

«Os que tem o zenith no tropico de Cancro tem hũa soo vez no anno o sol sobre a sua cabeça .s. quãdo esta no primeiro põto de Cancro: & entam em hũa soo ora de hum dia de todo anno tẽ a sombra perpendicular: & neste sitio esta a cidade chamada Syene: & por isso dezia Lucano (1). *Syene pera nenhũa parte lãça sombra* isto se ha de entende ao meyo dia de hum soo dia: & em todo o outro tempo do anno vay a sombra pera a banda do norte.»

Como Lucano, se exprime Camões a respeito de Siene, em III, 71:

O famoso Pompeyo não te pene,
De teus feitos illustres a ruyna,
Nem ver que a justa Nemesis ordene,
Ter teu sogro de ti victoria dina,
Posto que o frio Fasis, ou Syene
Que pera nenhum cabo a sombra inclina:
O Beotes gellado, & a linha ardente,
Temessem o teu nome geralmente.

(1) «Vmbras nusquam flectente Syene.»

A cidade de Siene, situada no Egipto, ao sul e pròximamente no meridiano de Alexandria, era célebre pela famosa medida do raio da Terra, feita por Eratóstenes (século III antes de Cristo). Era então sabido que em Siene os corpos não lançavam sombra *para nenhum cabo* ao meio-dia no solstício do Verão, e que um poço era iluminado até ao fundo pelo Sol, o que provava a situação da cidade no trópico de Câncer. Eratóstenes, medindo em Alexandria ao meio-dia, no dia do solstício estival, a distância zenital do Sol, que nesse momento estava no zénite de Siene, media o ângulo compreendido entre os zénites de Alexandria e Siene, isto é, o número de graus do arco de meridiano compreendido entre as duas cidades. Achou que esse arco era de 7° 12′, isto é, $\frac{1}{50}$ da circunferência.

Alexandre Magno e, depois dele, os Ptolomeus tinham mandado medir os caminhos do Egipto, pelos *bematistas,* isto é, agrimensores ou geógrafos, que mediam as distâncias pelos passos, e estes tinham achado que a distância de Siene a Alexandria era de 5 000 estádios. A circunferência do meridiano era, pois, cinquenta vezes esta distância, isto é, 250 000 estádios, donde é fácil concluir o número de estádios do raio da Terra, considerada esférica.

9. *Os climas*. **—** A palavra «clima» não tinha no século XVI a mesma significação que hoje tem. O sentido em que Camões a emprega é definido na parte do capítulo III do *Tratado da Sphera*, intitulada «Da repartição dos climas», que, segundo observa Pedro Nunes, é toda tirada de Alfragano. Sacrobosco considera habitável apenas a parte do hemisfério boreal compreendida entre o paralelo terrestre de 12° 45′ de latitude e o paralelo de 50° 30′ de latitude. Entre estes dois paralelos coloca mais seis, que dividem o espaço entre os dois primeiros em sete zonas menores, que são os *sete climas*. Estes paralelos são escolhidos de forma que a diferença entre o maior dia do ano no paralelo inicial e no paralelo final de cada clima seja de meia hora; e em cada clima considera ainda um paralelo médio, onde esse dia difere dum quarto de hora do dos paralelos extremos. No quadro junto resumimos o que Sacrobosco diz a respeito dos sete climas.

A coluna intitulada «latitude» dá, em graus e minutos, a latitude dos paralelos inicial, médio e final, de cada clima. Na coluna intitulada «dia máximo», indica-se a duração do dia maior do ano nos mesmos paralelos, isto é, o número de horas e minutos que o Sol está sobre o horizonte dos lugares neles situados, no dia do solstício do Estio. Na

coluna seguinte lêem-se as milhas de largura de cada clima, isto é, do arco de meridiano compreendido entre o paralelo inicial e o final.

O primeiro clima é limitado ao sul pelo paralelo de 12° 45′ de latitude norte, onde o dia maior do ano dura 12 horas e 45 minutos, o

CLIMAS	LATITUDE	DIA MÁXIMO	LARGURA DO CLIMA, EM MILHAS	DENOMINAÇÃO DO CLIMA
Princípio	12º 45′	12h 45m		
I. Meio	16 40	13 0	440	Clima de Méroe
Fim	20 30	13 15		
Princípio	20 30	13 15		
II. Meio	24 15	13 30	400	Clima de Siene
Fim	27 30	13 45		
Princípio	27 30	13 45		
III. Meio	30 45	14 0	350	Clima de Alexandria
Fim	33 40	14 15		
Princípio	33 40	14 15		
IV. Meio	36 24	14 30	300	Clima de Rodes
Fim	39 0	14 45		
Princípio	39 0	14 45		
V. Meio	41 20	15 0	255	Clima de Roma
Fim	43 30	15 15		
Princípio	43 30	15 15		
VI. Meio	45 24	15 30	212	Clima de Borístenes
Fim	47 15	15 45		
Princípio	47 15	15 45		
VII. Meio	48 40	16 0	185	Clima dos Rifeus
Fim	50 30	16 15		

qual, segundo Sacrobosco, separa as partes habitáveis da Terra das que o não são, *por muito quentes*. Este clima estende-se ao norte até ao paralelo de 20° 30′ de latitude, onde o dia máximo é de 13 horas e 15 minutos, meia hora mais que no paralelo inicial; tem de largura 440 milhas e chama-se clima de Méroe, por nele se achar a cidade de Méroe, situada na Núbia, na ilha do mesmo nome, de que Camões fala em X, 95:

Ve Meroe, que ilha foy de antiga fama
Que ora dos naturais Nobâ se chama.

O dia maior do ano vai aumentando meia hora em cada clima, até que no paralelo final do sétimo clima tem de duração 16 horas e 15 minutos, mais três horas e meia que no começo do primeiro clima. A largura dos climas vai diminuindo, sendo de 185 milhas no último, que tira o seu nome dos montes Rifeus, de que fala o poeta em III, 7:

Da parte donde o dia vem nascendo,
Com Asia se auizinha: mas o Rio
Que dos montes Rifeios vay correndo,
Na alagoa Meotis, curuo & frio
As diuide: & o Mar, que fero & horrendo
Vio dos Gregos o yrado senhorio:

A largura dos climas, definidos pela propriedade de haver uma variação de meia hora na duração dos dias máximos nos paralelos que os limitam, vai diminuindo para o pólo. A generalização e demonstração desta asserção foi pela primeira vez feita por Pedro Nunes, como noutro lugar (p. 19) já dissemos.

É no sentido que fica definido que devemos entender o termo *clima*, na pergunta que o rei de Melinde faz ao Gama em II, 109:

Mas antes valeroso Capitão,
Nos conta, lhe dezia, diligente,
Da terra tua o clima, & região,
Do Mundo onde morais distintamente,

Portugal estendia-se na Europa sobre o clima de Roma, ao norte de Lisboa, e, ao sul, sobre o clima de Rodes.

Sacrobosco limitava ao sul o Mundo habitável pelo paralelo de 12° 45′ de latitude norte, princípio do clima de Méroe. As navegações dos Portugueses ao longo da costa africana foram, porém, recuando aquele limite, juntando aos climas conhecidos novos climas, como o poeta diz em IV, 76:

Determinão o nautico aparelho
Pera que com sublime coração
Vaa a gente que mandar cortando os mares
A buscar nouos climas, nouos ares.

Assim no *Reportório dos Tempos* de André do Avelar, Lisboa, 1585, se contam já (fl. 64 v.) vinte e quatro climas em cada hemisfério:

«*Dos climas. Titulo 68.*

«Clyma chamarão os antiguos, o espaço de terra, q̃ faz diferença, desdo principio, ate o fim, mea hora de maior ou menor quantidade, no maior dia do anno, e cõforme a isto, podemos cõtar desda equinoctial para o Norte vinte & quatro climas pois ay de diferença entre a linha, & o Polo na quãtidade do maior dia do anno doze horas. Os antigos não contarão mais de sete, & os atribuirão aos sete Planetas pondo o meio do primeiro clima, onde o maior dia do anno era de treze horas, & o meio do segundo, onde o maior dia tinha 13. horas e meia, & assi contauão ate o meio do septimo clima, onde o maior dia do anno he de dezaseis horas: mas ja esta conta fenesceo, porq̃ a experiencia, pos em mais perfeição, o que toca & serue a Geographia, & Astronomia, nesta parte. Outros tantos climas, podemos fabricar da mesma linha equinoctial, para o sul. Por agora baste somẽte saber q̃ cousa he clima, & quantos sam os climas.»

Temos, pois, aqui já vinte e quatro climas em cada hemisfério. Nos climas boreais, o dia máximo tem lugar quando o Sol atinge o trópico de Câncer; nos climas austrais, quando o Sol chega ao trópico de Capricórnio. O clima mais ao sul do equador por onde passa a armada é o clima do cabo de Boa Esperança, onde Vasco da Gama exclama, quando vai surgir a figura do Adamastor, em V, 38:

O potestade, disse, sublimada
Que ameaço diuino, ou que segredo,
Este clima, & este mar nos apresenta,
Que môr cousa parece que tormenta?

As expedições marítimas portuguesas foram sistemàticamente avançando para o sul durante o século XV. Gil Eanes chega ao cabo Bojador em 1434, Nuno Tristão ao cabo Branco em 1442 e ao cabo Verde em 1446. Atinge-se em 1471 o equador e avança-se depois sucessivamente no hemisfério austral, até que Bartolomeu Dias chega a Lisboa em Dezembro de 1488 com a notícia de ter passado o cabo Tormentório, cujo nome então D. João II muda para cabo de Boa Esperança. Está aberto o caminho para o Oriente. Para lá se dirige Vasco da Gama, por ordem de D. Manuel, a realizar a boa esperança.

Quando começa a acção de *Os Lusíadas*, já a armada passou o Cabo e vai «já lá da banda do Austro e do Oriente entre a costa etiópica e a famosa ilha de São Lourenço» (I, 42). Reúnem-se os deuses em concílio no Olimpo luminoso. Júpiter anuncia que a gente de Luso, tendo cometido o mar duvidoso num lenho leve por vias nunca usadas, não temendo de Áfrico e Noto a força, a mais se atreve agora. Descoberto o

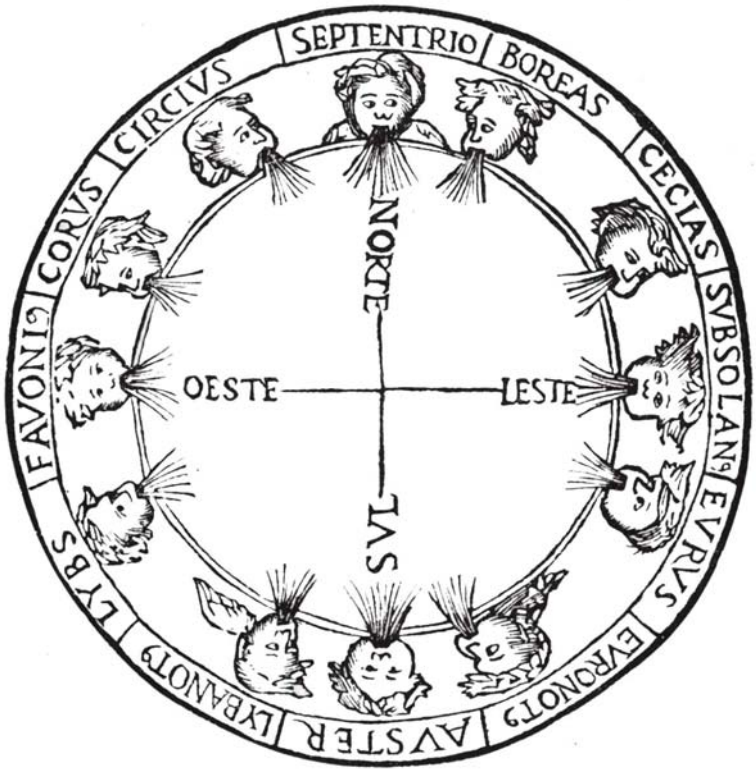

FIG. 23

Cabo por Bartolomeu Dias, não se navega mais para o sul; agora o caminho é, enfim, para o oriente, para a Índia. É o que o poeta diz em I, 27:

Agora vedes bem, que cometendo,
O duuidoso mar, num lenho leue,
Por vias nunca vsadas, não temendo
De Affrico & Noto a força a mais satreue:
Que auendo tanto ja que as partes vendo,
Onde o dia he comprido, & onde breue,
Inclinão seu proposito, & perfia
A ver os berços, onde nasce o dia.

As partes onde o dia é comprido e onde breves são os diferentes climas caracterizados pela duração diferente que neles têm os dias, referidos a uma mesma época do ano. Durante o século XV foram os Portugueses acrescentando para o sul novos climas. Nos versos 5.° e 6.° da estância indica o poeta as navegações de norte a sul pelo oeste de África. Nos dois últimos versos anuncia o propósito da viagem do Gama: ir enfim em direcção ao oriente, a ver os berços onde nasce o dia.

A definição dos ventos Áfrico e Noto pode-se ver na figura junta, que reproduzimos da *Chronographia* de Jerónimo Chaves. O *Áfrico* é designado na figura por *Lybs*, e a seu respeito lê-se no texto (fl. 65):

«Aphrico es viento q̃ nasce del Occidẽte brumal, como escriue Plinio. Los Griegos lo llamarõ Lybs: los Leuãtiscos lo llaman Poniente lebecho: los del mar Oceano lo llamã Huest-suduest, algunos lo llaman Garbino. Es de naturaleza frio templadamente, y excessiuamente humido. Es viento pluuioso y tempestuoso, y suele muchas vezes causar tempestades, truenos y relampagos.»

A respeito do *Noto*, que na figura é designado por *Avster*, diz Chaves (fl. 64):

«Austro es vn viẽto q̃ corre del angulo del medio dia: los Griegos lo llamarõ Notho, de Nothis, q̃ quiere dezir humor por las pluuias y humidades que causa, segun escriue Aulogelio. Los Leuantiscos lo llaman medio jorno. Los del mar Oceano lo llaman Sur, y algunos lo suelen llamar Vẽdaual, es vn viento de naturaleza caliente y humido, suele ser fulminoso, engẽdra nublados, causa pluuias, condẽsa el ayre, saluo en Africa que causa serẽnidad. Suele ser viento pestilencial, como escriue sant Isidro.»

Na volta da costa oriental africana já o Noto favorece a viagem:

Injuriado Noto da porfia
Em que co mar (parece) tanto estaua
Os assopros esforça iradamente
Com que nos fez vencer a grão corrente.
(V, 67).

10. *Influição de signos e de estrelas*. — Aos sete planetas dos antigos correspondiam os sete dias da semana. Entendia-se que os planetas tinham «suas horas dominantes sobre os corpos inferiores». O dia *artificial* (1), intervalo de tempo desde o nascer até ao pôr do Sol, era dividido em 12 horas, assim como a noite. Em cada uma destas sucessivas 24 horas, chamadas horas planetárias ou desiguais, iam exercendo sua influência os planetas pela sua ordem, de Saturno à Lua, como num turno de sete sentinelas, pertencendo de novo a vez ao mesmo planeta de 7 em 7 horas. Assim, dominando o Sol na primeira hora do dia ao domingo, vinha a pertencer a hora prima do dia à Lua na segunda-feira (2), e a Marte, Mercúrio, Júpiter, Vénus e Saturno respectivamente na terça, quarta, quinta, sexta-feira e sábado. Esta é, como se sabe, a razão dos nomes espanhóis, franceses e italianos dos dias da semana. Na astrologia judiciária era fundamental saber-se qual o planeta dominante na hora do nascimento das pessoas, bem como o signo que então subia no horizonte (horóscopo). Os planetas influíam também sobre classes especiais de indivíduos, como Marte sobre os homens de guerra e ladrões salteadores de caminho.

Os sete climas eram igualmente atribuídos pela sua ordem aos sete planetas, desde Saturno à Lua. No *Reportório dos Tempos* de Valentim Fernandes, no capítulo intitulado «Dos pranetas & que quer dizer praneta», lê-se:

«... Estes pranetas como acima dissemos forõ correspõdẽtes aos sete dias da somana: & proporcionados aos sete climas q̃ som sete lineas ou partidas do mũndo (3) pouoradas.»

---

(1) Vid. nota de p. 54.

(2) Pertencendo ao Sol, planeta da 4.ª esfera, a primeira hora do dia era a segunda para Vénus, situada na 3.ª esfera; a terceira hora para Mercúrio, colocado na 2.ª esfera; e a quarta para a Lua, planeta mais próximo da Terra. Seguia-se o planeta mais afastado — Saturno, situado na 7.ª esfera, que dominava na 5.ª hora; depois Júpiter, colocado na 6.ª esfera, tinha a 6.ª hora; Marte, planeta da 5.ª esfera, a 7.ª hora; e o Sol voltava a dominar de novo na 8.ª hora, como depois na 15.ª e na 22.ª A 23.ª hora pertencia a Vénus, a 24.ª a Mercúrio e, portanto, a hora prima de segunda-feira *(lunes, lundi, lunedi)* à Lua, assim como as horas 8.ª, 15.ª e 22.ª. A 23.ª hora era de Saturno, a 24.ª de Júpiter, e, portanto, na primeira hora do dia de terça-feira *(martes, mardi, martedi)* dominava Marte. Do mesmo modo na primeira hora do dia de quarta-feira influía Mercúrio, e na primeira hora dos dias seguintes Júpiter, Vénus e Saturno, respectivamente.

(3) Compare-se com o conhecido título: *Verdadeira história do Infante D. Pedro de Portugal o qual andou as* «*sete partidas do mundo*», feita por Gomes de Santo Estêvão. [Ed. de 1885, ou de Francis M. Rogers, *Libro del Infante Don Pedro de Portugal*, Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1962.]

Na descrição de cada céu e planeta em particular vem citado o respectivo clima com as suas cidades principais. Assim, a respeito «Do ceo terceyro: & do quinto praneta que he venus», lê-se:

«E he senhor do quinto clima onde esta Trapezõda: Cõstãtinopoli: roma: napoles: narbona: toledo: & lixbõa.»

Além dum domínio geral sobre cada clima, tinham os planetas influência sobre certos países, províncias e cidades em particular. No *Reportório dos Tempos* de André do Avelar, edição de 1585, encontra-se ainda uma «Taboa das prouincias & cidades, sobre que os Planetas tem sua significação» (fl. 126 v.).

É natural encontrarem-se em *Os Lusíadas* expressões com esta origem astrológica. Descrevendo a nobre Espanha, diz o Gama em III, 19, quando se refere a Castela:

Tem o Galego cauto, & o grande & raro
Castelhano, a quem fez o seu Planeta,
Restituidor de Espanha, & senhor della,
Bethis, Lião, Granada, com Castella.

Depois, na estância 65 do mesmo canto, diz de D. Afonso Henriques:

Com estas sojugada foy Palmella,
E a piscosa Cizimbra, & juntamente,
Sendo ajudado mais de sua estrella,
Desbarata hum exercito potente:

No concílio dos deuses, do canto I, Vénus defende contra Baco os Portugueses (estância 33):

Sustentaua contra elle Venus bella
Affeiçoada aa gente Lusitana,
Por quantas qualidades via nella,
Da antiga tam amada sua Romana,
Nos fortes corações, na grande estrella,
Que mostrarão na terra Tingitana:

A benigna estrela dos Portugueses foi também conhecida do duque de Alencastro (VI, 47):

Era este Ingres potente, & militara
Cos Portugueses ja contra Castella,
Onde as forças magnanimas prouara
Dos companheiros, & benigna estrella:

No século XVI o termo «estrela» incluía também os planetas. O poeta não se refere, porém, a planetas determinados. Usa uma expressão corrente, nascida na astrologia, no mesmo sentido em que se emprega ainda hoje.

As astrologia fez parte integrante também da medicina. Os planetas e signos tinham domínio sobre partes diferentes do corpo humano. Era preciso observar a posição da Lua e dos outros planetas nos signos do zodíaco para determinar os dias críticos das doenças, saber os tempos idóneos para purgar, sangrar, etc. Às variadas influências de signos e de estrelas, de que se ocupavam os *Reportórios dos Tempos*, alude o sexto verso de V, 23:

Se os antigos Philosophos, que andarão
Tantas terras, por ver segredos dellas,
As marauilhas que eu passei, passarão
A tão diuersos ventos dando as vellas:
Que grandes escripturas que deixarão
Que influição de sinos & de estrellas,
Que estranhezas, que grandes qualidades,
E tudo sem mentir, puras verdades.

Nesta estância compara o poeta a ciência dos antigos filósofos com os novos conhecimentos provenientes das viagens dos Portugueses, «tudo sem mentir, puras verdades», confirmadas pela observação. Também Garcia de Orta, com quem o poeta conviveu em Goa, diz nos seus *Coloquios dos Simples e Drogas:* «que se sabe mais em hũ dia aguora pellos Portuguezes do que se sabia em cem annos pellos Romanos» (1).

(1) Conde de Ficalho, *Garcia de Orta e o seu tempo*. Lisboa, 1886, p. 303.

Na estância 17 anterior já o poeta expõe o conflito que se acentua entre a experiência ingénua e a autoridade dos textos consagrados:

Os casos vi que os rudos marinheiros
Que tem por mestra a longa experiencia,
Contão por certos sempre & verdadeiros
Julgando as cousas so polla aparencia.
E que os que tem juizos mais inteiros
Que so por puro engenho & por ciencia,
Vem do mundo, os segredos escondidos
Julgão por falsos, ou mal entendidos.

Garcia de Orta, que estudara em Salamanca e Alcalá de Henares, também diz:

«Fez isso porque avia medo de dizer cousa contra os Gregos, e não vos maravilheis d'isto porque eu estando em espanha *não ousaria de dizer* cousa algũa contra Galeno e contra os Gregos.» (1)

O poeta insiste, porém, na estância imediata, no valor do testemunho dos olhos:

Vi claramente visto o lume viuo
Que a maritima gente tem por santo,
Em tempo de tormenta & vento esquiuo
De tempestade escura & triste pranto:

e no começo da admirável descrição da tromba marinha (V, 19):

Eu o vi certamente (& não presumo
Que a vista me enganaua) leuantarse,
No ar hum vaporzinho & sutil fumo
E do vento trazido, rodearse:

(1) Conde de Ficalho, *Garcia de Orta e o seu tempo*, Lisboa, 1886, p. 303.

E quando, por fim, exclama (V, 22):

Vejão agora os sábios na escriptura
Que segredos sam estes de Natura.

o poeta convida positivamente os sábios na escritura, isto é, os que consomem a vida só no estudo dos livros dos velhos filósofos, à contemplação directa da Natureza. Nas estâncias 16 a 23 do canto V sente-se perpassar o vento derruidor das venerandas autoridades consagradas. Nesta última o poeta põe em relevo a importante parte que os Portugueses tiveram, pelas suas viagens, no desenvolvimento e transformação da Ciência.

VIII

O ASTROLÁBIO

1. *A altura do pólo.* — Ao cair da tarde de sábado 8 de Julho de 1497 já a armada, de que Vasco da Gama era capitão-mor, se estendia em pleno mar. Começava a famosa viagem. A nau capitaina era a *S. Gabriel*, de 120 toneladas. Paulo da Gama comandava a nau *S. Rafael*, de 100 toneladas, e Nicolau Coelho a caravela *S. Miguel* (1), de 50 toneladas, mais conhecida pelo nome *Bérrio*, do seu primeiro possuidor. Seguia também uma nau de mantimentos, de 200 tonéis, que devia ser desfeita na angra de S. Brás. Bartolomeu Dias seguia para a Mina numa caravela, acompanhando a armada até às ilhas de Cabo Verde. Pungente saudade devia, nesta hora, amargurar o coração dos navegantes, que iam executar um dos mais heróicos feitos que a História regista. Desaparecera no horizonte a terra da pátria. Soava ainda nos seus ouvidos aquele clamor de gritos, choros e lamentações em que irrompera a multidão que enchia a praia de Belém, quando os marinheiros, ao desferir das velas, lançaram o grito de *Boa Viagem!* Lembravam-lhes os rostos amargurados dos amigos e parentes que ficavam. Quando voltariam? Quantos tornariam ao Tejo? Partiam uns 160. Volvidos dois anos, regressaram apenas 55 (2)!

Os navios seguiram a rota das ilhas de Cabo Verde, onde o capitão-mor mandara que se reunissem, caso se perdessem uns dos outros. No sábado imediato avistavam as Canárias e na noite de segunda-feira, passando através do Rio do Ouro, foi tamanha a cerração e tormenta que os navios se dispersaram. Tornaram a juntar-se no domingo, 23, à

---

(1) «... os navios que se chamavão sam Miguel, sam Gavriel, sam Rafael, que quando ElRey Dom João os armou lhe poz estes nomes.» Gaspar Correa, *Lendas da Índia*, Lisboa, 1858, t. 1, p. 15.

(2) *Roteiro da Viagem de Vasco da Gama em 1497*, 2.ª edição, correcta por Herculano e Castelo de Paiva. Lisboa, 1861, pp. 129 e 132.

vista da ilha do Sal, faltando a *S. Gabriel*. Só na quarta-feira seguinte reencontraram a nau capitaina, atirando muitas bombardas e tangendo trombetas em sinal de alegria. Ao outro dia chegavam à ilha de Santiago, onde pousaram na praia de Santa Maria. Aí se demoraram uma semana, concertando as vergas dos danos causados na passada tormenta e fazendo aguada:

A aquella ilha aportamos, que tomou
O nome do guerreiro Sanctiago,
Sancto que os Espanhoes tanto ajudou
A fazerem nos Mouros brauo estrago:
Daqui tanto que Boreas nos ventou
Tornamos a cortar o immenso lago,
Do salgado Occeano, & assi deixamos
A terra onde o refresco doce achamos.
(V, 9).

Foi na quinta-feira, 3 de Agosto (1), que se fizeram de novo ao mar e vieram rodeando a «larga parte de África». Bartolomeu Dias pôs-se no caminho da derrota para a Mina. Vasco da Gama, na altura da Serra Leoa, engolfou-se com todas as naus do seu comando no mar largo, em direcção ao sul:

Sempre em fim pera o Austro a aguda proa
No grandissimo golfão nos metemos,
Deixando a serra asperrima Lyoa
Co Cabo a quem das Palmas nome demos:
(V,12).

Navegaram assim durante os meses de Agosto, Setembro e Outubro, com muitas tormentas e cerrações, até que Vasco da Gama julgou ser tempo de ir demandar a terra. Na manhã de sábado 4 de Novembro, pelas 9 horas, ouviu-se o gajeiro bradar, do cesto da gávia: *Terra! Terra!* Houve grande alvoroço de alegria. Vestiram-se todos de festa e salvaram ao capitão-mor com muitas bombardas, desfraldando bandeiras e estandartes.

(1) *Roteiro da Viagem de Vasco da Gama em 1497*, pp. 2 e 3.

Quando puderam sair em terra, levaram os astrolábios para tomar a altura do Sol, operação que se não podia fazer bem a bordo, pois que, por menor que fosse o balanço do navio, se cometiam erros de 4 e 5 graus (1). Iam determinar a latitude ou *ladeza* do lugar. Camões, nas estâncias 25 a 27 do canto V, descreve-nos Vasco da Gama ocupado com os pilotos nas observações necessárias para o cálculo da latitude da angra de Santa Helena. Estavam já bem perto do cabo de Boa Esperança, situado um grau apenas mais ao sul.

A latitude dum lugar é igual à altura do pólo, como se sabe e mostra a figura 24. O arco *EZ* do meridiano mede o ângulo da vertical *ZN*, linha zénite-nadir, como o equador *EE'*, isto é, a latitude; o arco *PH* mede o ângulo da linha dos pólos *PP'* com o horizonte *H'H,* isto é, a altura do pólo. Estes dois arcos são iguais, pois que qualquer deles, somado com o arco *ZP*, perfaz 90°. O arco *EZP* é de 90°, porque a linha dos pólos *PP'* é perpendicular ao equador *EE'*, o arco *ZPH* é de 90°, porque a vertical *ZN* é perpendicular ao horizonte *H'H.* A latitude *EZ* é, pois, igual à altura ou elevação do pólo *PH*. Uma latitude boreal é medida pela altura do pólo árctico; uma latitude austral pela do pólo antárctico. Por isso, em vez de latitude do lugar, se diz também *altura* do lugar.

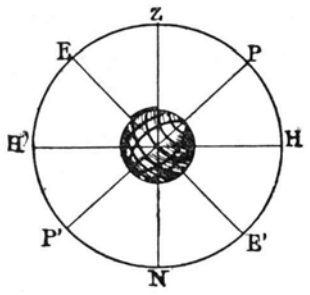

FIG. 24

As estrelas cuja distância polar é menor que a altura do pólo ficam sempre acima do horizonte no seu movimento diurno. Podem observar-se quer na sua culminação, quer na passagem inferior pelo meridiano, onde atingem a menor altura. Estas estrelas, chamadas *circumpolares*, ficam compreendidas num círculo cujos pontos distam do pólo um número de graus igual ao da latitude do lugar. O raio deste círculo vai, pois, diminuindo, quando se avança para o equador.

Os navegadores portugueses começaram por se guiar pela constelação da *Ursa menor*, a que chamavam a *Buzina* (2). Por ela sabiam

(1) J. Bensaúde, *L'Astronomie Nautique au Portugal à l'Époque des Grandes Découvertes*. Berna, 1912, p. 112.

(2) A figura da *Buzina* era formada por oito estrelas: as sete principais da Ursa menor e mais uma estrela de quarta grandeza (a 5 de Flamsteed) que se vê prolongando, do lado da Guarda dianteira, a linha das duas Guardas (γ e β) desta constelação. A estrela γ, a β e a 5 da Ursa menor desenhavam a boca da *Buzina*. Por isso na roda dos rumos da meia-noite do *Reportório dos Tempos* de André do Avelar (Lisboa, 1590, fl. 88 r.) se vê a Ursa menor, ou *Buzina*, constituída por oito estrelas.

determinar a altura do pólo; por ela contavam as horas da noite. Aplicavam para isso um conjunto de regras, chamado *Regimento da Estrela do Norte*.

Quando em 1456 as descobertas se estenderam até às ilhas de Cabo Verde, o pólo era já tão baixo que a boca da *Buzina*, na sua passagem inferior pelo meridiano, vinha passar à flor das águas. A Ursa menor começava a banhar-se no oceano; deixava, pois, de ser circumpolar. Viu-se então a necessidade de estudar o céu austral. Os nossos navegadores distinguiram depois o *Cruzeiro* como constelação independente, determinando a altura do pólo austral pelo *Regimento do Cruzeiro* do Sul.

A *Junta* dos *Matemáticos*, incumbida por D. João II do estudo dos problemas náuticos, ocupou-se da determinação das latitudes no hemisfério sul, assunto que se tornou urgente resolver desde que em 1471 se ultrapassara o equador. Os nossos cosmógrafos formularam o modo de calcular a latitude em qualquer lugar da Terra por meio da altura meridiana do Sol. O conjunto de regras a que chegaram constituiu o *Regimento da altura do pólo ao meio-dia,* que Vasco da Gama aplicou na angra de Santa Helena.

2. *Regimento da Estrela do Norte.* — A Terra, durante o seu movimento de translação à volta do Sol, executa em torno do eixo 365 rotações e um quarto, aproximadamente. O eixo não se conserva, porém, sempre paralelo a uma mesma recta; lentamente, vai mudando de direcção no espaço, descrevendo um cone circular em torno duma perpendicular ao plano da eclíptica. Em virtude deste movimento, chamado de *precessão dos equinócios*, o pólo vai-se deslocando entre as estrelas, cabendo, no decorrer dos séculos, o nome de Polar às estrelas situadas ao longo do círculo descrito pelo pólo.

A figura 25 representa o movimento de precessão do pólo norte, que se executa num período de 26 000 anos, a que se chama *ano platónico*. Nela estão marcadas as posições do pólo desde o ano de 5000, antes, até ao de 16 000, depois de Cristo. Indicam-se com o sinal – os anos anteriores e com o sinal + os posteriores ao nascimento de Cristo. Os pontos do círculo percorrido pelo pólo distam do centro, que é o pólo

da eclíptica (1), 23° ½, número de graus igual ao da inclinação da eclíptica sobre o equador.

Se considerarmos as posições do pólo a partir do ano de 3000 a.C. (–3000), vemos que ele se vai afastando da Ursa maior e aproximando

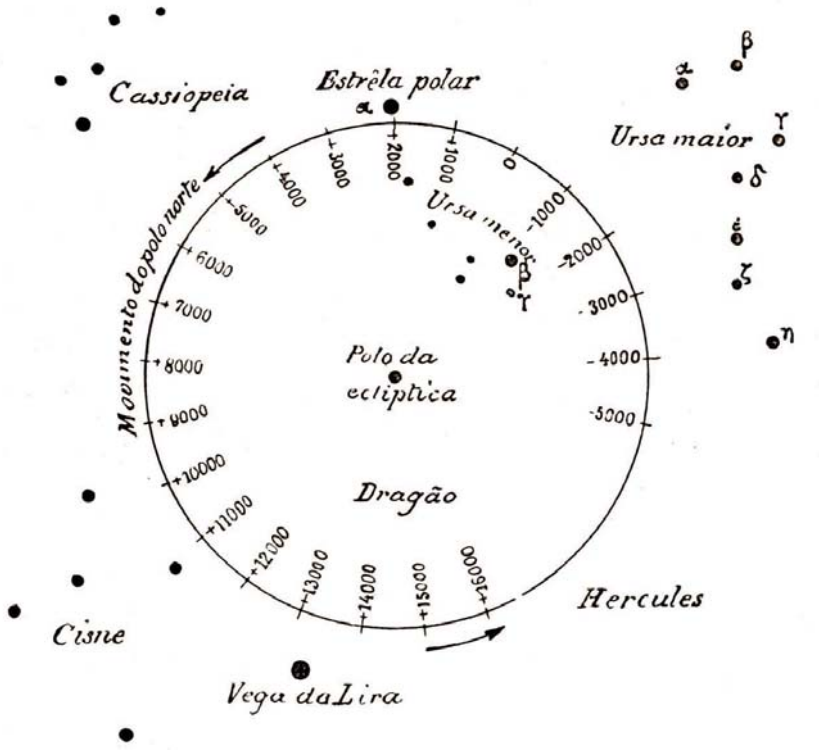

FIG. 25

da Ursa menor pelo lado das estrelas β e γ, chamadas as *Guardas* desta constelação. As estrelas mais brilhantes da Ursa menor são a α e a β, de segunda grandeza, e a γ, de terceira; as outras são de quarta e quinta grandeza. À estrela β, a mais brilhante das Guardas da Ursa menor, chamaram os nossos marinheiros *Guarda dianteira*, porque é a que vai adiante no movimento diurno e primeiro chega ao meridiano. No ano de 1000 a.C. (–1000) o pólo estava mais perto da β do que da α da Ursa

(1) Como se sabe, chamam-se pólos de qualquer círculo duma esfera as extremidades do diâmetro perpendicular a este círculo. Os pólos da eclíptica são os extremos do diâmetro da esfera celeste perpendicular ao plano da eclíptica. O zénite e o nadir são os pólos do horizonte. Quando se diz simplesmente pólo, sem mais designação, entende-se que se trata de um dos pólos do equador, o pólo norte ou o pólo sul.

menor; a Guarda dianteira foi a estrela polar dos Fenícios. No ano do nascimento de Cristo, o pólo distava 11° ¾ da α da Ursa menor, aproximando-se depois sempre mais. No fim do século XV esta distância estava reduzida a 3° ½ e no fim do século XVI a menos de 3°. Hoje é de 1 ° 10′ e irá diminuindo até ao ano 2095, em que atingirá o valor mínimo de 26 minutos. Então o pólo começará a afastar-se da actual Polar. No decurso dos séculos serão depois sucessivamente Estrelas Polares a γ depois a β do Cefeo, em seguida a α do Cisne, e no ano de 14 000 caberá a vez à Vega da Lira. Uma importante mudança se vai assim operando no aspecto do Céu.

No último quartel do século XV, e durante parte do século XVI, tomaram-se 3° ½ para distância polar da Estrela do Norte. Se houvesse uma estrela precisamente no pólo, bastava medir-se a sua altura acima do horizonte com qualquer instrumento, como o astrolábio, o quadrante ou a balestilha, para se ter a latitude do lugar da observação. Descrevendo, porém, a Polar, no seu movimento diurno, um pequeno círculo de 3° ½ de raio em torno do pólo, era preciso fazer-se na altura observada uma correcção maior ou menor, aditiva ou subtractiva, dependente da sua posição. Os nossos pilotos consideravam na Ursa menor o alinhamento das duas estrelas mais brilhantes, a Polar e a Guarda dianteira, que era como um ponteiro, cujo movimento seguiam, distinguindo oito direcções correspondentes às situações, verticais, horizontais e inclinadas a 45°, da linha $\alpha\,\beta$. A figura 26 mostra estas oito posições da *Buzina.* Imaginava-se um homem em pé no pólo olhando para nós, com os braços estendidos horizontalmente, o esquerdo para leste e o direito para oeste. Quando as Guardas iam na sua culminação, dizia-se que estavam na *Cabeça;* quando na passagem inferior pelo meridiano, estavam no *Pé*. As posições horizontais da linha $\alpha\,\beta$ designavam-se por *Braço de leste* e *Braço de oeste*. Às quatro posições intermédias, a 45°, chamava-se *Linhas*. Em torno da figura lêem-se os números da correcção a fazer à altura observada da Polar, em cada um dos oito casos, com os sinais + ou –, conforme se têm de somar ou subtrair, para se saber a altura do pólo e, portanto, a latitude do lugar.

O Regimento da Estrela do Norte que está junto ao *Tratado da spera do mũdo tirada de latim em lingoagẽ portugues*, existente na Biblioteca Pública de Évora, é assim redigido:

«*Regimẽnto da estrella do norte cõ os sinaes das guardas pera quando quer q̃ tomares a altura da estrella do norte pera saberes quãto estas aredado da linha equinocial pera aparte do norte.*

«Itẽ quando as guardas estam no braço de loeste esta a guarda dianteyra cõ a estrela do norte leste & hoeste. E a estrela do norte esta acima do eyxo huũ grao & meo.

¶ E quando as guardas estam na linea abayxo do braço do loeste.

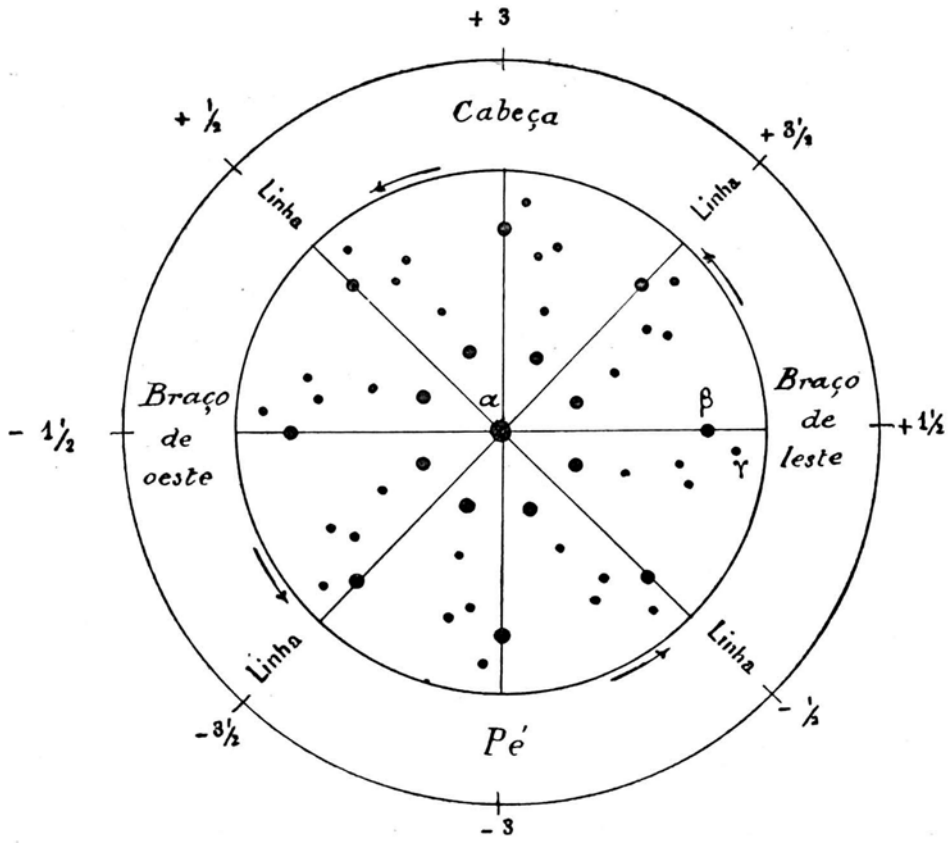

FIG. 26

esta hũa guarda per outra leste e hoeste. E a estrella do norte esta acima do eyxo tres graos e meo.

¶ Quando as guardas estam no pee esta a guarda dianteyra com a estrella do norte: norte & sul. E a estrella do norte esta acima do eyxo tres graos.

¶ E quando as guardas estã na linea acima do pee esta hũa guarda per outra: norte & sul. E a estrella do norte estaa acima do eyxo meyo grao.

¶ E quando as guardas forem em cada huũ dos sobreditos quatro rumos. E daltura que tomares tyraras os graos que a estrella esta acima do eyxo. E os outros que ficarem estaras aredado da linea equinocial pera a parte do norte.

¶ *Em estes outros quatro rumos a diante escriptos anda a estrella do norte a baixo do eyxo .s.*

¶ Quando as guardas estam no braço de leste: esta a guarda dianteyra com a estrella do norte leste & hoeste. E a estrella do norte estaa abayxo do eyxo huũ grao & meo.

¶ E quando as guardas estam na linea acima do braço deleste esta huũa guarda per outra leste & hoeste. E a estrella do norte esta a bayxo do eyxo tres graos & meo.

¶ E quando as guardas estam na cabeça: esta a guarda dianteyra com a estrella do norte: norte & sul. E a estrella do norte esta abayxo do eyxo tres graos.

¶ E quando as guardas estam na linea abayxo da cabeça esta huũa guarda per outra norte & sul. E a estrella do norte estaa abayxo do eyxo meyo grao.

¶ E quando quer que as guardas forẽ acima escriptos em cada hũ daq̃lles quatro rumos cõ a a altura q̃ tomares da estrella, ajũtaras os graos q̃adita estrella esta abayxo do eyxo. E todo iũto: tãto estaras aredado da linea eq̃nocial pera aparte do norte.»

A Ursa menor era também utilizada como relógio sideral, para se saberem as horas da noite. Considerando nos ângulos compreendidos pelas oito direcções, atrás mencionadas, mais três direcções intermédias, teremos ao todo 24 posições equidistantes, ocupadas sucessivamente pela constelação nas 24 horas do dia. O ângulo de duas posições sucessivas mede 15° ($24 \times 15° = 360°$) e é percorrido numa hora. Se numa noite sucede estar a Guarda dianteira na *Cabeça* quando é meia-noite, o mesmo não sucederá, como se sabe, na noite seguinte, por causa do movimento anual do Sol para oriente na eclíptica. A linha $\alpha\,\beta$ vai estando cada vez mais inclinada para oeste à meia-noite, nos dias sucessivos. Como o dia solar médio é maior que o dia sideral cerca de 4 minutos, no fim de 15 dias haverá um desvio correspondente a uma hora ($15 \times 4^m = 60^m$), e, portanto, a Guarda dianteira marcará meia-noite no primeiro rumo a seguir à *Cabeça* para oeste. E assim de 15 em 15 dias, de modo que no decorrer do ano irá marcando a meia-noite nos 24 rumos seguidamente.

Na figura 27 resumimos o *Regimento das horas da noite pela estrela do norte,* que também se encontra junto ao *Tratado da Spera do*

Mũdo da Biblioteca Pública de Évora e que é explicado do seguinte modo:

«*Regimento pera se saber as horas da noyte pella estrella do norte & suas guardas .s. sabẽdo em cada mes as guardas em q̃ rumo fazẽ mea*

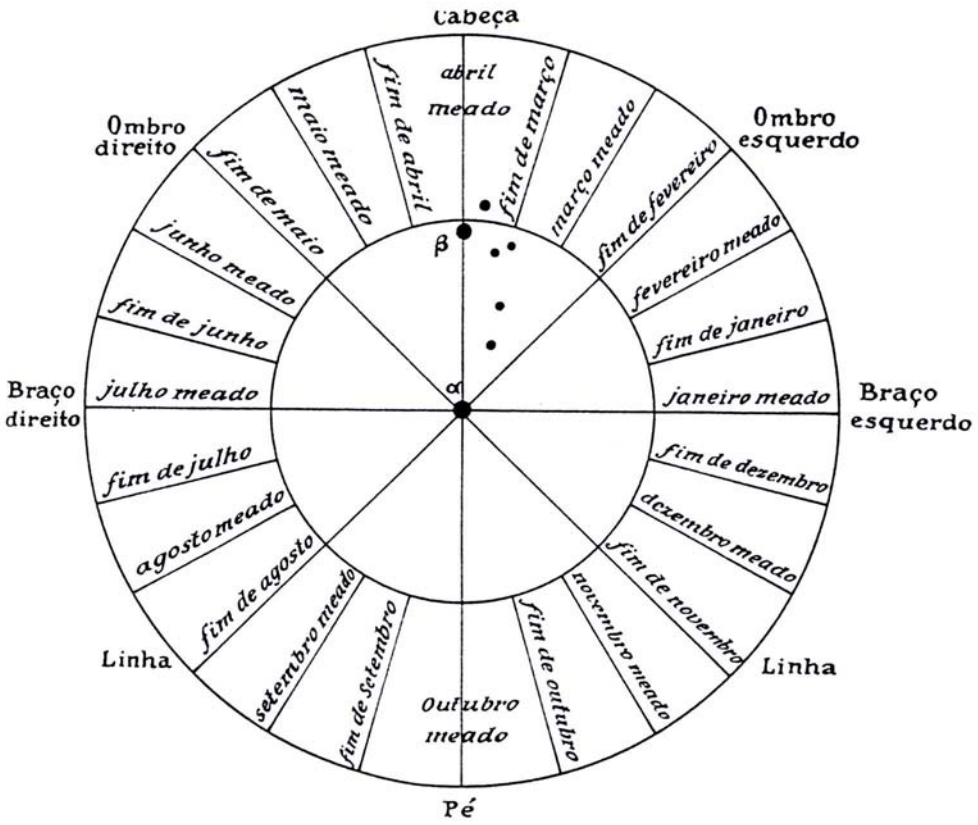

FIG. 27

noyte. logo contares as horas antes da mea noyte: ou despoys sem errardes quasi nada. E os meses vam per ordẽ de quinze em quize dias per todo ãno na maneyra seguinte:

Janeyro meado. mea noyte no braço ezquerdo,
E em fim de janeyro hũa hora acima do braço.
℄ Feuereyro meado. mea noyte dous horas acima do braço.
E em fim de feuereyro: na linea do ombro ezquerdo.

℄ Março meado. mea noyte huũa hora em cima da linea.
E em fim de março: dous horas acima da linea.
℄ Abril meado. mea noyte na cabeça.
E em fim de abril: huũa hora abaixo da cabeça.
℄ Mayo meado. mea noyte dous horas abaixo da cabeça.
E em fim de mayo: na linea do ombro direyto.
℄ Junho meado. mea noyte huũa hora abaixo da linea.
E em fim de junho: dous horas abaixo da linea.
℄ Julho meado. mea noyte no braço direyto:
E em fim de julho: hũa hora abaixo do braço
℄ Agosto meado. dous horas abaixo do braço.
E em fim de agosto na linea.
℄ Setẽbro meado. mea noyte hũa hora abaixo da linea.
E em fim de setembro: dous horas abaixo da linea.
℄ Octubro meado. mea noyte no pee.
E em fim de octubro: huũa hora acima do pee.
℄ Nouembro meado. mea noyte dous horas acima do pee.
E em fim de nouembro: na linea.
℄ Dezembro meado. mea noyte huũa hora acima da linea.
E em fim de dezembro: dous horas acima da linea.»

Sabido o rumo em que a Guarda dianteira faz meia-noite, fàcilmente se deduz a hora que nesse dia corresponde à sua passagem em qualquer outro rumo. Por isso se lhe chamou também *Estrela horologial* (1).

Quando o rei D. Duarte, entre os anos de 1428 e 1437, escreveu o *Leal Conselheiro*, também se ocupou desta contagem das horas pela Ursa menor. Assim, no capítulo LRI, *Da taboa e declaraçom das cousas que adiante som scriptas*, diz:

«Decima, a maneira de conhecer a estrella do norte, e per ella suas guardas aa mea noite e manhãa, segundo per mym gram tempo ha foy devysado, e posto em scripto pera se de coor poder saber, como de feito em estes reynos o sabem tantos que nom penso que o assy geeralmente saibam em outra terra, posto que della venham os rellogios dagulha que trazem as figuras nas cuberturas, per que se pode bem saber o tempo da mea noite sollamente; mes eu ordeney duas rodas, hũa da mea noite, e

(1) «No capitulo passado chamamos à guarda dianteira estrella Horologial, porque ella ando sempre ao redor da estrella do Norte, como seta de relogio, mostrando que hora he.» André da Avelar, *Reportório dos Tempos*, Lisboa, 1590, fl. 87 r.

outra da manhãa, com seu regymento pera se de todo aver boo conhecimento. He cousa bem proveitosa e prazivel aos mais que a sabem, porque antes nom pensom que seja de tanto prazer como per speriencia muytas vezes o sentem, e por que os que a sabem teem ajuda pera seerem melhor regidos.»

Vê-se que os relógios de sol, usados em Portugal no século XV, também auxiliavam a determinação das horas da noite, pois que nas coberturas tinham desenhada a roda dos rumos em que no decurso do ano a *Buzina* ia marcando a meia-noite, gráfico semelhante ao da figura anterior. D. Duarte, porém, divisou uma outra roda, onde marcava os rumos da Guarda dianteira ao amanhecer. No capítulo CI, *Da roda pera saberem as oras quantas som da manhaã, noite, ou despois*, explica como se hão-de debuxar estas duas rodas concêntricas. No capítulo CII, *Pera saber quantas oras som ante ou despois da mea noite, e quanto ante manhaã,* diz como, depois de observado o lugar da *estrella mayor das guardas da noite*, se sabe pela roda grande quantas horas hão-de decorrer até ao amanhecer, pela roda pequena quantas passam ou faltam para a meia-noite e, pela comparação das duas rodas, o intervalo da meia-noite ao amanhecer.

O próprio rei dá, pois, o exemplo de se ocupar com prazer de problemas astronómicos, tão importantes num país que seu irmão, o infante D. Henrique, impelia para as navegações. A Ursa menor era uma constelação preciosa; por ela se sabia a altura do lugar e as horas da noite. Compreende-se por isso o embaraço dos nossos marinheiros quando, avançando para o sul, a viram mergulhar no mar. Cadamosto, veneziano ao serviço do infante D. Henrique, descobrindo em 1456 as ilhas de Cabo Verde, onde a Guarda dianteira já vinha passar junto do horizonte, reconheceu a necessidade de procurar novo guia nas constelações do hemisfério austral ([1]).

Nas viagens de circum-navegação da África os olhos dos mareantes seguiam com interesse o abaixamento sucessivo do pólo norte, o mergulhar das Ursas, cada vez mais profundo, nas águas do mar e o seu final desaparecimento no hemisfério sul. Camões, que fez a volta da África e em tantas noites, passadas através do mar, contemplou atento e enlevado o espectáculo do céu estrelado, não deixa de registar em *Os Lusíadas* este

([1]) Segundo nota do Autor escrita no exemplar da primeira edição que reservou para uso pessoal e que na segunda edição se inseriu no texto, este passo será adiante corrigido quando, no capitulo IX. *Novo céu*, se analisa o trecho de Cadamosto. (Nota do editor.)

momento da viagem em que as duas Ursas descem abaixo do horizonte, facto pela primeira vez observado de bordo das naus portuguesas:

Assi passando aquellas regiões
Por onde duas vezes passa Apolo,
Dous inuernos fazendo & dous verões
Em quanto corre dhum ao outro Polo:
Por calmas, por tormentas & opressões
Que sempre faz no mar o yrado Eolo,
Vimos as Vrsas a pesar de Iuno
Banharemse nas agoas de Neptuno.
(V, 15).

Ovídio conta nas *Metamorphoses* (liv. II) que Júpiter, enamorado de Calisto, ninfa do séquito de Diana, tomara, para a seduzir, a forma desta deusa. Assim foi gerado Árcade. Juno, ciosa da honra conjugal, para que os encantos de Calisto não continuassem a atrair o esposo, transformou a ninfa numa ursa. Árcade, andando um dia à caça no bosque, vê a ursa com os olhos fixos nele e, não sabendo que era a sua própria mãe, prepara-se para lhe desfechar o dardo mortífero. Júpiter intervém a tempo de evitar o matricídio. Um vento repentino leva-os através do espaço, atirando-os para o céu, onde ficaram formando duas constelações vizinhas. Calisto é a Ursa maior e por isso Camões chama ao pólo norte pólo de Calisto, como na descrição da América, em X, 139:

Vedes a grande terra que contina
Vay de Calisto ao seu contrario polo,

Juno, porém, indignada por ver a sua rival brilhar no céu, desceu ao mar para pedir a Tétis, sua ama de leite, e ao velho Oceano que não permitissem que nas suas águas se banhassem os astros colocados no firmamento em prémio do adultério com que fora ofendida:

At uos si laesae tangit contemptus alumnae,
Gurgite caeruleo septem prohibete triones,
Sideraque in caelo, stupri mercede, recepta,
Pellite, ne puro tinguatur in aequore pellex ([1]).
(*Met*., II, 528).

([1]) «Se a injúria feita à vossa filha ofendida vos atinge, afastai do azulado pego os Sete Triões e expulsai as estrelas recebidas no céu em paga do adultério, para que a concubina se não banhe nas vossas puras águas.»

Septem triones, donde deriva a palavra Setentrião, era nome latino das Ursas, mais especialmente da Ursa maior. Para Ovídio esta constelação era circumpolar. Na *Odisseia* há também referências à Ursa maior como constelação que nunca se banha nas águas do mar, e com efeito assim sucedia na Grécia e na Ásia Menor, nos tempos homéricos. Hoje, porém, já assim não sucede, em virtude do movimento de *precessão*; na latitude de 40° já a estrela η vem tocar no horizonte. Junto damos uma tabela (1) com as distâncias polares das sete estrelas principais da Ursa maior e das α e β da Ursa menor, desde o ano de 2000 antes de Cristo, até ao de 1900 depois. As estrelas de cada constelação estão pela ordem das suas actuais distâncias ao pólo.

ANO	DISTÂNCIA POLAR DAS ESTRELAS								
	URSAE MAJORIS							URSAE MINORIS	
	α	δ	β	ε	ζ	γ	η	α	β
– 2000	17º ,52	15º ,01	21º ,68	13º ,57	13º ,54	19º ,45	18º ,96	22º ,44	7º ,97
– 1500	16 ,78	15 ,98	21 ,39	15 ,42	15 ,93	20 ,23	21 ,64	19 ,85	6 ,86
– 1000	16 ,78	17 ,58	21 ,75	17 ,70	18 ,57	21 ,61	24 ,41	17 ,20	6, 53
– 500	17 ,53	19 ,68	22 ,74	20 ,25	21 ,31	23 ,48	27 ,22	14 ,50	7 ,07
0	18 ,92	22 ,08	24 ,28	22 ,95	24 ,12	25 ,70	30 ,03	11 ,76	8 ,29
+ 500	20º ,83	24 ,69	26 ,23	25 ,72	26 ,93	28 ,16	32 ,80	9 ,00	9 ,94
+ 1000	23 ,09	27 ,40	28 ,50	28 ,53	29 ,72	30 ,80	35 ,52	6 ,22	11 ,81
+ 1100	23 ,58	27 ,96	28 ,98	29 ,08	30 ,27	31 ,34	36 ,05	5 ,66	12 ,20
+ 1200	24 ,07	28 ,51	29 ,47	29 ,64	30 ,81	31 ,89	36 ,58	5 ,10	12 ,60
+ 1300	24 ,57	29 ,07	29 ,97	30 ,19	31 ,36	32 ,44	37 ,11	4 ,54	13 ,00
+ 1400	25 ,08	29 ,62	30 ,47	30 ,75	31 ,90	32 ,99	37 ,63	3 ,98	13 ,40
+ 1500	25 ,60	30 ,18	30 ,98	31 ,30	32 ,44	33 ,54	38 ,15	3 ,42	13 ,80
+ 1600	26 ,12	30 ,73	31 ,50	31 ,85	32 ,97	34 ,09	38 ,67	2 ,86	14 ,21
+ 1700	26 ,64	31 ,29	32 ,03	32 ,40	33 ,50	34 ,64	39 ,18	2 ,31	14 ,62
+ 1800	27 ,17	31 ,85	32 ,56	32 ,95	34 ,02	35 ,19	39 ,69	1 ,76	15 ,03
+ 1900	27 ,71	32 ,41	33 ,08	33 ,50	34 ,55	35 ,75	40 ,19	1 ,23	15 ,44

Assim, vê-se que no ano de 1000 antes de Cristo a Ursa maior só deixava de ser circumpolar numa latitude boreal de 24°; no começo da

(1) Os números desta tabela são extraídos de P. Neugebauer, *Sterntafeln von 4000 vor Chr. bis zur Gegenwart, zum Gebrauch für Historiker, Philologen und Astronomen,* Leipzig, 1912.

era cristã, em que vivia Ovídio, já deixava de o ser a 30° de latitude norte. No ano de 1500 a estrela η vinha tocar no horizonte na altura de 38°. Quando, pois, a armada de Vasco da Gama saiu do Tejo e navegou um grau para o sul, a η da Ursa maior mergulhava no mar e sucessivamente depois a γ, ζ, ε, β, δ, até que em 25° de latitude a α e, com ela, toda a constelação desaparecia na sua passagem inferior pelo meridiano. A Ursa menor já tocava no horizonte, perdendo a γ, quando os navegantes estavam na ilha de Santiago de Cabo Verde, em 15° de latitude; e, depois que se fizeram ao mar e avançaram mais um grau, também a Guarda dianteira desaparecia no horizonte com a outra Guarda. A Ursa menor perdia então estas duas estrelas quando vinham na passagem inferior. Nesta posição não podia já observar-se o rumo da constelação, assim truncada, e o *Regimento da Estrela do Norte* deixava de ter completa aplicação. Os navegantes sentiam que um guia precioso começava a faltar-lhes quando viam ambas

> *as Vrsas a pesar de Iuno*
> *Banharemse nas agoas de Neptuno.*
> (V, 15).

Ao atravessar o equador, todos os astros tinham ocaso e nascimento. Na latitude de 4° ao sul, o pólo norte estava outros tantos graus abaixo do horizonte e a Polar, descrevendo em torno dele um pequeno círculo de 3° ½, deixava de ser visível. A Estrela do Norte desaparecia inteiramente e o mesmo sucedia a toda a constelação da Ursa menor em 17° de latitude austral. Então nenhuma estrela desta constelação podia vir acima do horizonte. Continuando a navegar para o sul, por sua vez desapareciam as estrelas da Ursa maior. Em 26° de latitude a α descrevia todo o seu círculo diurno abaixo do horizonte. Depois deixavam de ser visíveis sucessivamente a δ, β, ε, ζ, que já não subiam acima do horizonte, quando desembarcaram na angra de Santa Helena. Na altura de 34°, no cabo de Boa Esperança, também a γ desaparecia. Restava apenas a η. No cabo das Agulhas, a 35° graus de latitude, contando mesmo com o efeito da refracção, não chegava esta a elevar-se 4° acima do horizonte. Na parte mais austral da África não se via, pois, senão uma estrela da Ursa maior, e isso só na Primavera, quando a sua culminação tinha lugar de noite, erguendo-se então àquela pequena altura. Podia, pois, muito bem o poeta dizer que a constelação da Ursa

maior era desconhecida dos moradores derradeiros austrais da África, como em VIII, 72:

Crescendo cos successos bons primeyros
No peyto as ousadias, descobrirão
Pouco & pouco caminhos estrangeyros,
Que hũs, succedendo aos outros proseguirão:
De Affrica os moradores derradeyros
Austrais, que nunca as sete flammas virão,
Forão vistos de nos, atras deyxando
Quantos estão os Tropicos queymando.

A expressão *sete flamas* de Camões corresponde a *septem triones* e designa as sete estrelas de segunda grandeza da Ursa maior, brilhantes no céu como sete clarões. O poeta refere-se muito precisamente a esta esplêndida constelação, e não à Ursa menor, cuja invisibilidade não era característica do extremo sul do continente africano, pois tinha já lugar 7 graus ao norte do trópico de Capricórnio.

Alguns comentadores entendem que a expressão *sete flamas* é empregada em vez de *Sete-estrelo.* Mas *Sete-estrelo* é o nome popular da constelação das Pléiades, e só dela. O poeta não se refere a este asterismo, que está situado no pescoço do Touro e é, portanto, zodiacal. As Pléiades são visíveis em todo o continente africano e só deixam de o ser depois de 67° de latitude sul, na zona glacial antárctica. Nem o poeta contava *sete flamas* numa constelação onde um olho normal não distingue senão seis estrelas, apesar do seu nome de sete-estrelo:

Quae septem dici, sex tamen esse solent,

como diz Ovídio nos *Fastos* (1). As Pléiades são claramente indicadas na linda trova popular

Sete-estrelo vai em pino
E o cajado vai virando;
As ovelhinhas de Deus,
A volta que vão levando (2).

(1) Cf. esta quadra popular: *Sete-estrelo, Sete-estrelo, / Vai-se a contar e são seis; / A que falta ao Sete-estrelo / Neste rancho a encontrareis*.

(2) João de Deus, *Prosas*, coordenadas por Teófilo Braga, Lisboa, 1898, p. 32.

O *cajado* é formado pelas três estrelas do boldrié do *ensifero Orionte*, como Camões lhe chama em VI, 85, que têm também por nome *Os três reis magos*. Quando as Pléiades vão em pino, isto é, na sua culminação, o Cajado passa pela posição vertical, vai virando. O autor anónimo de tão formosa quadra, que tantas vezes se enlevou na contemplação da volta que vão levando as *ovelhinhas de Deus*, sabia bem que o nome de *Sete-estrelo* se não aplica a constelação alguma senão às Pléiades.

Também Camões chama às estrelas *luzente gado* no final da égloga VII:

> *Então Phebo nas águas se encerrou*
> *Co'os animaes que o mundo allumiavão;*
> *E co'o luzente gado appareceo*
> *A candida pastora por o Ceo.*

Em *Os Lusíadas* temos uma imagem semelhante em II, 105:

> *Em quanto apacentar o largo Polo,*
> *As Estrellas, & o Sol der lume ao Mundo,*
> *Onde quer que eu viuer, com fama & gloria*
> *Viuirão teus louuores em memoria.*

Camões usa aqui, como é sabido, uma linguagem análoga à que Virgílio põe na boca de Eneias, agradecendo o acolhimento de Dido:

> *In freta dum fluuii current, dum montibus umbrae*
> *Lustrabunt conuexa*, polus dum sidera pascet;
> *Semper honos, nomenque tuum, laudesque manebunt;*
> *Quae me cumque uocant terrae* ([1]).
> (*Eneida*, I, 607-610).

A concepção, porém, das estrelas movendo-se no azul do céu, qual rebanho pastando ao longo da campina, é em Lucrécio uma das teorias

([1]) «Enquanto os rios correrem para o mar, enquanto as sombras seguirem as curvaturas dos montes, enquanto o pólo (i.é, o céu) der pasto aos astros, permanecerá sempre (em mim) a tua honra, o teu nome e os teus louvores, quaisquer que sejam as terras que me chamem».

físicas explicativas do movimento diurno, como se vê na seguinte passagem, que nos é indicada pelo Dr. José Maria Rodrigues:

> *Motibus astrorum nunc quae sit causa canamus.*
> (…)
> (…)*; sive ipsei serpere possunt,*
> *Quo quoiusque cibus uocat atque inuitat eunteis,*
> *Flammea per caelum pascenteis corpora passim* (1).
> (*De Rerum Natura*, V, 510-526).

Os astros movem-se solicitados pelas partículas de fogo disseminadas no éter, que são o alimento de que precisam para brilharem eternamente. As estrelas dão cada dia a volta da campina celeste, como ovelhas que vão em busca do pasto quotidiano.

3. *O astrolábio náutico.* — O melhor processo para resolver o problema náutico da determinação da latitude era o que emanara da Junta dos Matemáticos de D. João II, pela altura do Sol, e o melhor instrumento era o astrolábio. Assim o diz Mestre João, físico e cirurgião de D. Manuel, que foi como piloto (2) na expedição de Álvares Cabral em 1500, na carta que escreveu ao rei, de Vera Cruz:

«... Fecha en uera crus a primero de maio de 500. pera la mar mejor es regyrse por el altura del sol que non por ninguna estrella e mejor con estrolabio que non con quadrante nin con otro ningud estrumento. do criado de vosa alteza e voso leal servidor. Johannes. artium et medicine bachalarius» (3).

No *Compendio del Arte de Nauegar* do licenciado Rodrigo Samorano, Sevilha, 1591, de que existe um exemplar na Biblioteca da Universidade de Coimbra, lê-se, a fls. 13 e 14, o processo de construção

---

(1) «Cantemos agora, qual seja a causa dos movimentos dos astros (...); ou eles podem então deslizar onde o sustento de cada um o chama e convida a ir, pascendo aqui e ali pelo céu os flâmeos corpos.»

(2) Mestre João era perito em astronomia, e, como tal, ia encarregado de verificar o grande rigor das observações de latitudes a bordo, mas não pilotava qualquer das naus da armada de Cabral, nem consta que alguma vez tenha exercido tal cargo. (Nota do editor).

(3) Joaquim Bensaúde, *L'Astronomie Nautique au Portugal à l'Époque des Grandes Découvertes*, Berna, 1912, p. 254.

dum astrolábio. Traduzimos o mais literalmente possível. Assim ficamos sabendo como eram fabricados os astrolábios de madeira e de latão, que iam nas naus de Vasco da Gama.

«O astrolábio faz-se desta maneira. No meio de uma tábua redonda que seja de metal ou madeira, e por todas as partes igual, e da grossura de um dedo, se tomará um ponto *A* (fig. 28), no qual se porá uma ponta do

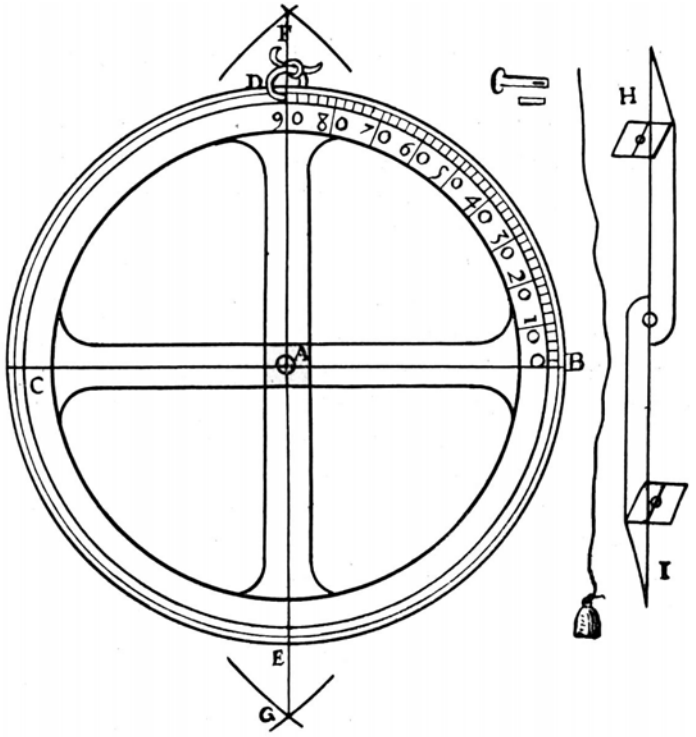

FIG. 28

compasso, traçando-se com a outra um círculo, o maior que puder receber a dita tábua. E dentro deste círculo, se traçarão outros dois de modo que o segundo diste do primeiro o tamanho de um grão de trigo, e o terceiro diste do segundo o dobro do que o segundo dista do primeiro. E ajustada a régua sobre o centro *A*, trace-se a linha *BAC* que corte em duas partes iguais cada um dos três círculos. E posta uma das pontas do compasso, aberto segundo a linha *BC*, no ponto *C* onde o círculo maior é cortado pela linha *BC*, com a outra ponta traçar-se-á acima do ponto *D* um arco de círculo, e outro abaixo de *E*. E pondo o compasso assim aberto no ponto *B*, tracem-se outros dois arcos de círculo que cortem os primeiros em *F*, *G* e, ajustada a régua em *FG*,

tire-se a linha *DE*, a qual há-de passar pelo centro *A*. Divida-se agora o quadrante *DB* em três partes iguais: e cada uma destas em outras três e cada qual destas 9 em duas, e cada uma destas 18 em cinco: ficará o dito quadrante partido em noventa partes iguais ou graus, aos quais se porão seus números de cinco em cinco entre o segundo círculo e o terceiro, começando desde *B* e acabando com 90 no ponto *D*. Faça-se agora um furo no ponto *D* da linha *DE*, pelo qual se passará um anel ou uma fita resistente, a que se dará uma laçada por onde caiba um dedo. Suspenso o astrolábio, pelo mesmo furo se passará um fio delgado com um peso que venha pendurar-se abaixo de todo o astrolábio. Se, estando suspenso e quieto o astrolábio, o fio cair justamente sobre a linha *DE*, estará bem nivelado o instrumento. Se não, do dorso do astrolábio, de aquele lado sobre que cair o fio, se irá desbastando até que o fio caia sobre a dita linha. Depois, numa régua feita da mesma matéria, que tenha de largo dedo e meio, se tirará uma recta *HI* no sentido do seu comprimento e pelo meio da sua largura, à qual régua se dará a forma que na figura se vê, gastando-a numa das suas metades até ao meio da largura, de modo que fique inteira a linha *HI*, e o mesmo também se gastará na outra metade até ao meio da sua largura, mas do lado contrário, ficando também inteira nesta parte a linha *HI*. E cerca das extremidades se porão duas tabuinhas quadradas da largura da régua pelo meio, levantadas perpendicularmente e de meio a meio sobre a linha *HI*, no centro das quais se farão dois pequenos orifícios, de modo que cada um deles fique em direitura sobre a linha *HI* e a igual distância da sobreface da régua. Esta régua, por um furo feito no meio dela, será fixada sobre o dito astrolábio noutro furo, nele feito, do mesmo tamanho do da régua, no centro *A*, com uma cavilha que se apertará com uma chaveta, como se vê na figura.»

O astrolábio usado pelos nossos navegadores era, pois, um instrumento simples. Constava apenas de duas partes: um círculo graduado, a que chamavam a *roda do astrolábio*, e uma alidade de pínulas, móvel em torno do centro da roda, que era a *medeclina* (1). Suspenso o

(1) Adoptamos esta nomenclatura com a autoridade de D. João de Castro, que no *Roteiro de Lisboa a Goa*, Lisboa, 1882, p. 365, diz: «...e quando se representar que sobio o sol depois de me demorar á quarta do sudueste, como já tenho ditto, acharey que não posso ter o Rosto pera a parte onde então estiuer o sol, nem menos a *Roda do estarlabeo*, pera que o Rayo entre pellos buracos da *medeclina*, mas forçadamente me ha de ficar o sol no lado direito e nas costas do estarlabeo, pera que o Rayo entre pellos buracos da *medeclina*, o que em todo o outro tempo não acontece, mas de necessidade avemos de ter o Rosto e a circunferencia ou *Roda* do estarlabeo dereitamente ao sol». Pedro Nunes, no *Tratado da Sphera*, chama à alidade *mediclinio*, do latim *mediclinium*. Na prática a palavra tomou a forma feminina.

astrolábio pelo anel ou laçada, o diâmetro correspondente ao zero da graduação ficava horizontal. O número de graus, marcado pela medeclina, dava a inclinação sobre o horizonte da linha de enfiamento dos dois orifícios das pínulas.

Se o instrumento era de pequenas dimensões, suspendia-se duma das mãos. Querendo tomar a altura duma estrela, erguia-se o braço com o instrumento até ficar o olho junto do extremo inferior da medeclina, que se movia até se ver a estrela através dos orifícios de ambas as pínulas. A medeclina marcava então na graduação a altura do astro acima do horizonte.

Para tomar a altura do Sol seguia-se, porém, um método completamente diferente. Não se olhava para o Sol através dos buracos da medeclina. Suspenso o instrumento duma das mãos, estendia-se o braço para a frente, colocando-se o observador de modo a orientar a roda no plano vertical do Sol. Tendo assim em frente o astrolábio, dirigia-se a medeclina com a outra mão, de modo que a sombra da pínula mais alta viesse cobrir a pínula de baixo. Então um raio de luz solar passava através dos orifícios das pínulas. A leitura do limbo dava a altura do Sol nesse momento.

Se o instrumento, de madeira ou latão, era de grandes dimensões, suspendia-se, por uma corda, de três paus juntos pela parte superior à maneira de cábrea. A observação fazia-se do mesmo modo. Na figura junta damos a fotografia dum destes grandes instrumentos. É um astrolábio náutico de latão, existente no Observatório Astronómico da Universidade de Coimbra. Tem meio metro de diâmetro, um centímetro de espessura e dez quilos de peso. É um instrumento já bastante aperfeiçoado, cuja construção deve ser da segunda metade do século XVII. Era destinado apenas a observações de altura do Sol. As pínulas não são já como as dos primitivos astrolábios. A pínula que devia ficar para cima tem no buraco encastrada uma lente. A pínula baixa não é furada; há nela dois traços em cujo cruzamento devia vir formar-se a imagem do Sol, dada pela lente, quando para ele se dirigia a medeclina.

4. *A pesagem do Sol*. — O método que descrevemos para as observações solares tem a vantagem de dar a altura do Sol ao meio-dia verdadeiro, isto é, na sua passagem pelo meridiano, sem emprego de relógio.

FIG. 29 — Astrolábio Náutico de latão, existente no Observatório Astronómico da Universidade de Coimbra, tendo meio metro de diâmetro, um centímetro de espessura e dez quilos de peso.

O observador, tendo o astrolábio suspenso diante de si antes da passagem do Sol no meridiano e a medeclina dirigida de modo que a sombra da pínula alta cubra sempre a pínula baixa, passando pelos dois orifícios a luz solar, vai vendo a extremidade superior da medeclina subir constantemente, marcando um ângulo sempre maior na graduação; conserva-se depois estacionária, para baixar em seguida, quando o Sol já desce do outro lado do meridiano. A altura correspondente à posição em que a medeclina estaciona durante algum tempo é a máxima altura atingida pelo Sol e, portanto, a altura deste astro na sua culminação, isto é, ao meio-dia verdadeiro. O astrolábio dá, pois, por si só, a altura meridiana do Sol, com a qual se fazia a conta da latitude.

Este processo, tão simples como engenhoso, parece ter sido de difícil compreensão para os nossos pilotos, que entendiam que, para terem a altura do Sol ao meio-dia, deviam tomar no astrolábio a altura do Sol quando os seus relógios de sol marcavam meio-dia, e teimavam nesta prática. É o que diz D. João de Castro, quando conta no *Roteiro de Lisboa a Goa* (1) esta curiosa cena, passada a bordo da nau *Grifo*, em 2 de Junho de 1538:

«... a oras de meo dia tomamos o sol, e estando cada hum vereficando a sua altura, disse ho Piloto que já decia; logo sem maes considerar o crêrão todos, e hindosse com o sol que a tal tempo achárão em seus estarlabeos, fiquei eu e o doctor e o Calafate, que sabiamos o contrairo, e oulhando o sol que leuauão nos estarlabeos, achei que o Piloto tomara do sol ao orizonte 43 graos, e o mestre maes ½, hum marinheiro 42 ½, e outro 43; eu tinha a este tempo tomado 43 ½, e o calafate 42 ⅔: ora ficando eu assi, *juro* que dahi a hũa ora me foi sobindo o sol até se pôr em altura de 44 graos, o que sentindo o calafate em seu estarlabeo, começou a dizer que o sol lhe tinha sobido até maes de 44 graos, pello que tornando os dous marinheiros a tomar o sol, achárão daltura 44 graos; o doctor a este tempo se foi ao mestre e lhe fez tornar a tomar o sol, e achou os mesmos 44 graos, o que vendo o Piloto, o tornou a tomar outra vez, e achou os mesmos 44 graos folgados: a causa de tamanho erro vem de *os Pilotos e homens do mar crerem que tomão o sol na maior altura, quando os seus Relogios lhe fazem meo dia,* e com os graos que ao tal tempo acham, se erguem e vão fazer sua

(1) *Roteiro de Lisboa a Goa* por D. João de Castro, anotado por João de Andrade Corvo, Lisboa, 1882, pp. 181-4.

conta, não considerando como os Relogios por onde se regem são feitos em differentes Regiões, e cada hum serue á leuação do pollo do lugar donde he feito, o que oje muy conhecidamente se mostrou ao meo dia; porque, vereficando as oras por quatro Relogios, achei que dous delles me fazião meo dia, e o terceiro 11 oras ½, e o quarto 11 oras ⅓: alem disto faz mintir muitas vezes muito os taes Relogios o variar de suas agulhas, porque, como quer que são ceuadas com differentes pedras, e os mesmos ferrinhos seião mais aceiros huns que outros, faz que variem ou nordesteem huns muy differente dos outros, e daquy vem mostrarem o lugar de meo dia com tanta falsidade.»

Vê-se que, além de D. João de Castro, discípulo de Pedro Nunes, só o médico e o calafate sabiam que não era necessário relógio para se ter a altura meridiana do Sol; o piloto, porém, o mestre e os marinheiros não se convenciam disso, obrigando o honrado D. João de Castro a *jurar* que durante uma hora lhe fora subindo o Sol mais meio grau. Andrade Corvo, que anotou o *Roteiro de Lisboa a Goa*, pensava como estes, pois que numa nota (p. 42) diz:

«Para a determinação da altura do sol pelo astrolabio e uso das taboas de declinação, era preciso fazer a observação com o astrolabio ao meio dia exacto: e era facil prever os contratempos que cada dia podiam surgir, e tornar difficil senão impossivel a observação; alem da difficuldade de determinar a maxima altura do sol sobre o horizonte, *pela difficuldade de ter a hora verdadeira*.»

O contratempo que podia sobrevir era encobrir-se o Sol ao meio-dia. A dificuldade de ter a hora verdadeira não existia, porque esta não era necessária.

A este processo de determinar a altura do Sol ao meio-dia pelo emprego puro e simples do astrolábio, seguindo, como a fiel de balança, o movimento da medeclina, quando o Sol se aproximava do meridiano, até que ela se tornava algum tempo estacionária, indicando assim a altura máxima, chamaram os nossos marinheiros *pesar o Sol.*

5. *Regimento da altura do pólo ao meio-dia* — Sabida pelo astrolábio a altura do Sol sobre o horizonte, teremos a sua distância ao zénite, tomando a diferença para 90°. Assim, se a altura lida no astrolábio é 76° ⅓, a distância zenital do Sol será 13° ⅔. Quando a observação se

faz no dia do equinócio da Primavera ou do Outono, o Sol está no equador e, portanto, a distância zenital do Sol na sua culminação dá imediatamente a distância do zénite ao equador, isto é, a latitude do lugar. Nos outros dias a passagem meridiana do Sol tem lugar ao norte ou ao sul do equador, a uma distância igual à sua declinação, e é preciso combinar, por soma ou diferença, a distância zenital do Sol, dada pelo astrolábio, com a sua declinação nesse dia, procurada nas tábuas, para se obter a latitude. Neste cálculo é também importante saber se o Sol passa ao norte ou ao sul do zénite, o que se conhece pelo sentido em que correm as sombras ao meio-dia. O próprio astrolábio mostra para que lado vão as sombras, pois que, tendo-se de dirigir a medeclina de modo que a sombra da pínula alta cubra a pínula baixa, basta reparar para que lado fica esta última. Se a pínula inferior fica para o lado do sul, as sombras correm ao sul, o Sol passa, portanto, ao norte do zénite; se fica para norte, as sombras correm para este lado, e o Sol passa no meridiano ao sul do zénite.

Para facilitar a conta da altura do pólo, acabaram os astrolábios portugueses por ter a graduação em sentido inverso do que atrás ficou indicado. O zero mudou para a parte superior, na direcção do zénite, e daí vinha correndo a graduação até 90°, num extremo do diâmetro horizontal. A leitura do instrumento dava imediatamente a distância zenital do Sol. Por isso no *Compendio del Arte de Nauegar* de Rodrigo Samorano, já citado, há um capítulo intitulado: «Otra manera de hazer la cuenta al sol, como la usan en Portugal» (fl. 28).

O conjunto de regras para o cálculo da latitude constituía o *Regimento da altura do pólo*, que se encontrava a bordo dos navios juntamente com as tabuadas da declinação do Sol e sua posição nos signos do zodíaco para cada dia. Transcrevemos este regimento como se lê no *Tratado em defensam da carta de marear*, que acompanha o *Tratado da sphera* de Pedro Nunes. Preferimo-lo pela sua forma breve e clara. Juntamos algumas figuras elucidativas dos diferentes casos (figs. 30 a 35). *H'H* é o horizonte; *EE'* o equador; P_n e P_s os pólos, norte e sul; *Z* o zénite. A seta indica o sentido das sombras e o Sol é representado pelo símbolo usual ⊙. Pedro Nunes redige da seguinte forma o

Regimento da altura do polo ao meo dia.

«Se o sol tem declinação pera o norte & as sombras vão pera o norte: saberemos pello estrelabio ao meo dia q̃ he na mayor altura: quantos

graos ha de nos ao sol (1): & acrecẽtaremos a declinação daquelle dia: & o que somar sera o q̃ estamos apartados da linha equinocial pera o norte (*EZ* = *E*⊙ + ⊙*Z*, fig. 30).

«Mas se ho sol tem declinação pera o norte & as sombras vão pera o

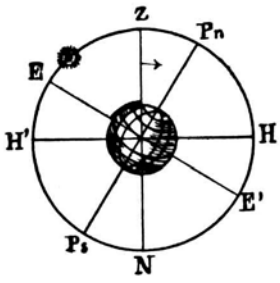

FIG. 30

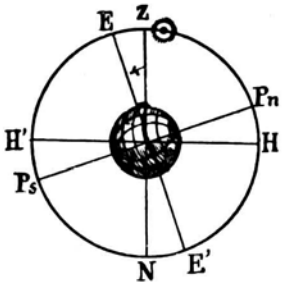

FIG. 31

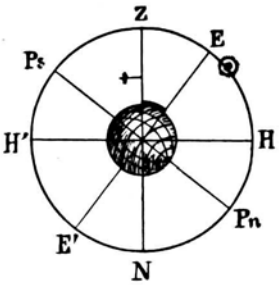

FIG. 42

sul: saberemos pello estrelabio quanto ha de nos ao sol: & pello regimento a declinação: & se forẽ iguaes estaremos na equinocial. E se forem desiguaes: tiraremos o menor numero do mayor porq̃ o q̃ ficar isso

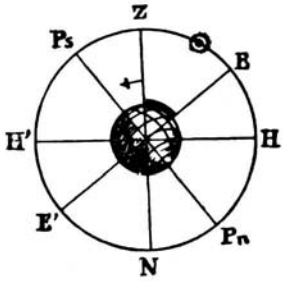

FIG. 33

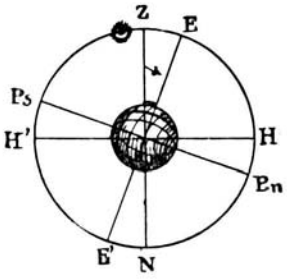

FIG. 34

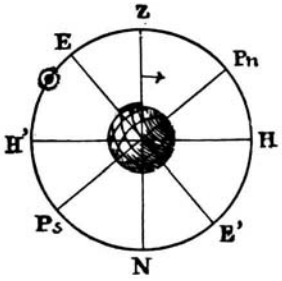

FIG. 35

estaremos apartados da equinocial: & sera pera o norte se a declinação era mayor (*E*⊙ > *Z*⊙, *EZ* = *E*⊙ – *Z*⊙, fig. 31): & sera pera o sul se a declinação era menor (*E*⊙ < *Z*⊙, *EZ* = ⊙*Z* – *E*⊙, fig. 32).

«A mesma regra nos serue tendo ho sol declinação pera o sul porq̃ se as sombras vão pera o sul ajuntaremos o q̃ ha de nos ao sol cõ a declinação: e o q̃ somar isso estaremos apartados da equinocial pera o sul (*EZ* = *E*⊙ + ⊙*Z*, fig. 33).

---

(1) Isto é, do nosso zénite ao Sol.

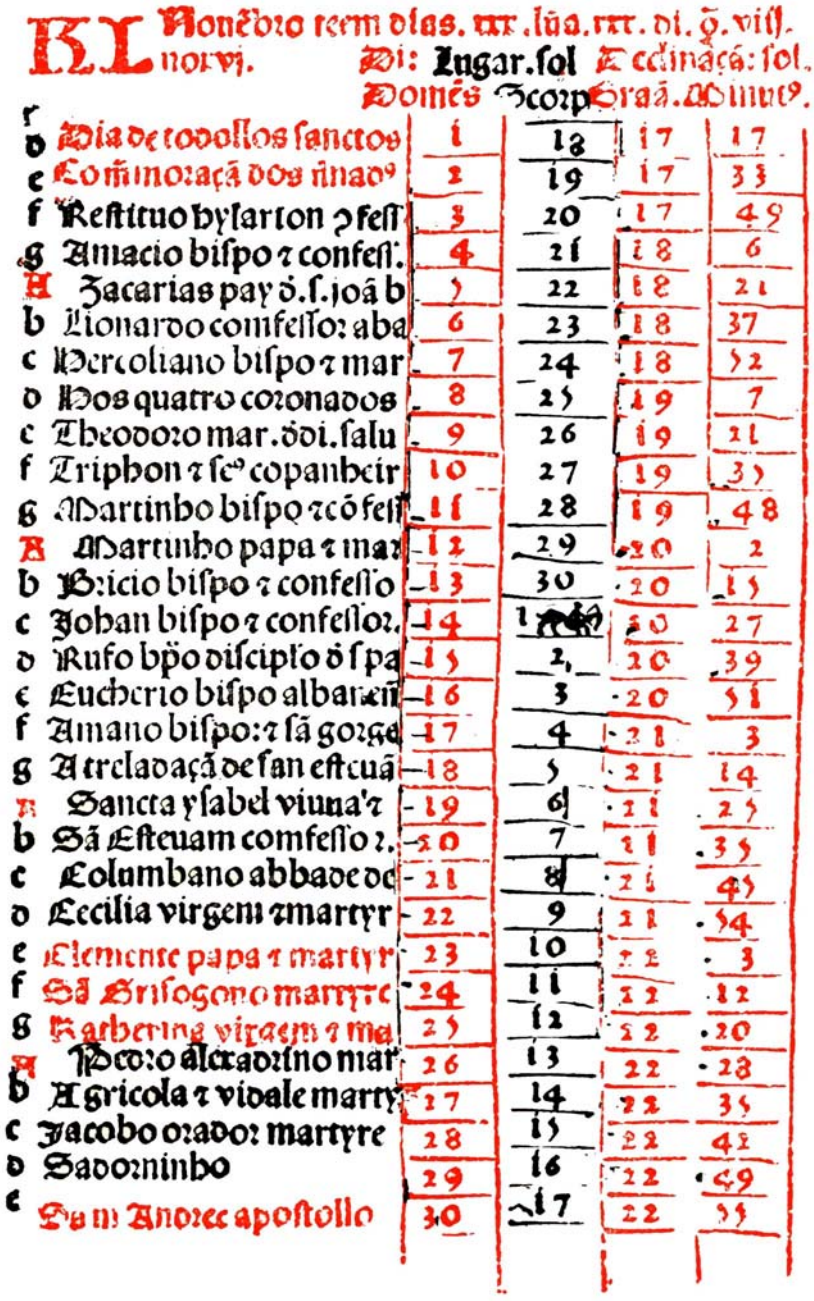

FIG. 36 — Reprodução, nas dimensões do original, da página de Novembro do calendário que acompanha o *Regimento do estrolabio & do quadrante*, existente na Biblioteca de Munique.

«Mas se o sol tem declinação pera o sul: & as sombras vão ao norte se o q̃ ha de nos ao sol for igual a declinação estaremos na equinocial. E se forem desiguaes tiraremos o menor numero do mayor: & o que ficar: sera o que ao tal tempo estaremos apartados da equinocial: & sera pera o sul se a declinação for mayor ($E\odot > Z\odot$, $EZ = E\odot - Z\odot$, fig. 34) & sera pera o norte se a declinação for menor ($E\odot < Z\odot$, $EZ = \odot Z - E\odot$, fig. 35).

«E quando não ouuer declinação: ho que ouuer de nos ao sol isso estaremos apartados da equinocial: & sera pera onde forem as sombras.

«E em todo tẽpo que o sol pello estrelabio esteuer em nouẽta graos: o que elle teuer de declinação: isso mesmo estaremos apartados da equinocial & pera a mesma parte.»

O livro mais antigo que se conhece contendo as regras para o cálculo da latitude pela altura meridiana do Sol, devidas à Junta dos Matemáticos de D. João II, existe na Biblioteca de Munique. Consta do *Regimento do estrolabio & do quadrante pera saber ha declinaçam & ho logar do soll em cada huũm dia & asy pera saber ha estrella do norte*, seguido do *Tractado da Spera do mundo tyrada de latim em linguoagem*, que é a primeira tradução portuguesa conhecida da *Sphera* de Sacrobosco. Este livro é objecto do notável trabalho de Joaquim Bensaúde, *L'Astronomie Nautique au Portugal à l'Époque des Grandes Découvertes*, que lança uma luz nova sobre os estudos astronómicos feitos em Portugal para acompanhar o desenvolvimento das navegações de descoberta, dando-lhes uma direcção científica. No *Regimento* de Munique as regras correspondentes aos diferentes casos de posição do Sol e do sentido das sombras, minuciosamente explicadas e aplicadas a exemplos, são seguidas dum calendário com a posição do Sol nos signos e a sua declinação para todos os dias do ano. Devido à amabilidade de Joaquim Bensaúde, que nos ofereceu umas provas da reprodução fac-símile que a Biblioteca de Munique está fazendo de tão importante documento histórico, damos junto a reprodução da página relativa ao mês de Novembro (fig. 36). A primeira coluna de números encarnados contém os números de ordem dos dias do mês. A segunda coluna, impressa a preto, dá o lugar do Sol nos signos do zodíaco, apenas em graus. As últimas duas colunas à direita, a encarnado, dão os graus e minutos da declinação do Sol em cada dia. O livro parece ter sido impresso pelo ano de 1509.

Na Biblioteca Pública de Évora existe uma obra semelhante, publicada posteriormente (1519?). Consta também do *Tractado da spera do mũdo tirada de latim em lingoagẽ portugues*, a que se segue *ho regimento da declinaçam do sol pera per ella saber ho mareãte em qual parte esta .s. aquem ou dalem da linea equinocial. com ho regimento da estrella do norte.* O regimento é exposto mais sucintamente, sem exemplos, por ser já mais conhecido. É acompanhado de tábuas de declinação para um ciclo de quatro anos.

O *Regimento* de Munique tem, na opinião dos peritos, a aparência duma reimpressão. Se a edição anterior não estava já impressa, com certeza existia o original manuscrito quando partiu a expedição de 1497. E Vasco da Gama, com os pilotos, devia ter consultado uma página semelhante à que reproduzimos, quando em Novembro fizeram a conta da latitude da angra de Santa Helena.

É certo que o *Almanach Perpetuum* de Zacuto fora impresso no ano anterior em Leiria e podia ir a bordo. Mas este *Almanach* não dispensava o *Regimento*, porque não continha o processo de cálculo da altura do pólo. E a tábua que se extraíra da obra de Zacuto para juntar ao *Regimento*, embora pouco precisa, porque se aplicava, sem correcção, em qualquer ano, tinha a vantagem de pôr de lado cálculos, que a imperfeição dos astrolábios, então usados, não exigia.

A chegada à angra de Santa Helena é assim contada na *Ásia* de João de Barros (1):

«E a primeira térra q̃ tomou ante de chegar ao cábo de bóa Esperança, foy a baya a que óra chamã de Sãcta Helena, auẽdo cinquo meses q̃ era partido de Lixbóa: onde sayo em terra por fazer aguáda & assy tomar a altura do sol. Porque como do *vso do astrolabio pera aquelle mister da nauegaçam, auia poso tẽpo* q̃ os mareãtes deste reyno se aproueitauã, & os nauios erã pequenos: nam cõfiáuã muyto de a tomar dentro nelles por causa do seu árfár. Principalmente com hũ astrolábio de páo de tres palmos de diametro, o qual armáuã em tres páos a maneira de cábrea por melhor segurar a linha solar, & mais verificáda & distinctamẽte poderem saber a verdadeira altura daquelle lugar: posto q̃ leuássem outros de latam mais pequenos, tã rusticamente começou esta árte que tanto fructo tem dádo ao nauegar. E *porque em este*

(1) *Década I*, liv. IV, cap. II, edição *princeps*, Lisboa, 1552.

reyno de Portugal se achou o primeiro vso delle em a nauegáçã (peró que em nóssa geographia lárgamente tractamos desta matéria em os primeiros liuros della): nam será estranho deste lugar, dizermos quando & per quem foy achádo, pois riam é de menos louuor este seu trabálho que o doutros nóuos jnuentóres que acháram cousas proueitósas pera vso dos hómeẽs.»

Esta passagem inspirou, evidentemente, as estâncias 24 a 26 do canto V:

Mas ja o Planeta que no ceo primeiro
Habita, cinco vezes apressada,
Agora meyo rosto, agora inteiro
Mostrara, em quãto o mar cortaua a armada:
Quando da Eterea gauea hum marinheiro
Prompto coa vista, terra, terra, brada,
Salta no bordo aluoroçada a gente
Cos olhos no Orizonte do Oriente.

A maneira de nuuẽs se começão
A descubrir os montes que enxergàmos,
As ancoras pesadas se adereção,
As vellas ja chegados amainamos:
E pera que mais certas se conheção
As partes tão remotas onde estamos,
Pello nouo instrumento do Astrolabio
Inuenção de sutil juro & sabio.

Desembarcamos logo na espaçosa
Parte, por onde a gente se espalhou,
De ver cousas estranhas desejosa
Da terra que outro pouo não pisou:
Porem eu cos pilotos na arenosa
Praga, por vermos em que parte estou,
Me detenho, em tomar do sol a altura
E compassar a vniuersal pintura.

Como vimos no capítulo anterior, o poeta é, na primeira estância, mais rigoroso do que o historiador. A armada partira de Lisboa em 8 de Julho e fora na véspera quarto crescente. A Lua passava de *meio*

rosto para *rosto inteiro*. Quando chegaram, em 4 de Novembro, à vista da terra do continente africano, a Lua ia pela quinta vez na transição destas mesmas fases, tendo sido quarto crescente dois dias antes. Camões exprime-se com admirável exactidão, registando um facto astronómico verdadeiro.

Segundo a transcrição que então fizemos do *Roteiro da Viagem de Vasco da Gama em 1497*, no dia 4 viraram bem junto com terra na volta do mar, e foi só na terça-feira 7 de Novembro que, vindo as naus na volta da terra, Pêro de Alenquer foi mandado pelo capitão-mor a sondar no batel à procura de bom pouso, ancorando ao outro dia na baía a que puseram o nome de Santa Helena. O *Roteiro* informa depois (p. 5):

«Ao outro dia depois de termos pousado, que foy á quinta-feira, saimos em terra com o capitam moor (...).»

Camões, não podendo, sem prejuízo daquela concisa beleza que se admira no seu imortal poema, descer à monótona pormenorização dum roteiro, não distingue dias. Tomemos, porém, nós o dia 9 de Novembro, quinta-feira, como aquele em que o capitão-mor desembarcou e com os pilotos tratou de conhecer ao certo,

pello nouo instrumento do Astrolabio

«as partes tão remotas» onde estavam.

Para bem interpretarmos este verso, aproximemo-lo das frases, que deixamos sublinhadas, de João de Barros. Este não diz que o instrumento fora invento recente, feito em Portugal. O que ele afirma é que havia pouco tempo que os mareantes deste reino se aproveitavam do *uso* do astrolábio *para aquele mister da nauegação*, que era achar a altura meridiana do Sol para a conta da latitude. Adiante acrescenta que *em este reino de Portugal* se achou o *primeiro uso dele na navegação*. Assim também se deve entender que, para o poeta, o instrumento era novo, no emprego que dele faziam os mareantes, para saberem a posição do lugar. O astrolábio náutico português era apenas a simplificação dum instrumento antiquíssimo, como adiante diremos.

Os nossos argonautas levaram consigo os astrolábios para terra. Firmaram na praia três paus ao alto, que ligaram pela parte superior, à maneira de cábrea, para deles suspenderem o astrolábio grande de

madeira, de três palmos de diâmetro. Próximo do meio-dia, se Vasco da Gama se ocupava do instrumento maior, os pilotos em volta, com o braço estendido para a frente, sustentavam os astrolábios pequenos de latão, suspensos, como balança, pelo anel superior. Olhando para a graduação da roda, atentos ao movimento da medeclina, que dirigiam com a mão que tinham livre, de modo que um feixe de luz solar se enfiasse sempre pelos buracos das pínulas, procedia cada um à *pesagem* do Sol. A ponta superior da medeclina foi-lhes subindo na graduação, até que estacionou algum tempo por 76 graus, antes de começar a descer. Acharam uma altura máxima de 76° ⅓. A distância zenital do Sol ao meio-dia, complemento da altura, era, portanto, de 13° ⅔. As sombras corriam ao sul, para onde ficara voltada a pínula inferior.

Fizeram depois a conta. Abriram o calendário do *Regimento* e consultaram a página de Novembro, análoga à que deixámos reproduzida. O lugar do Sol era em 26° do signo de Scorpius, a que corresponde, como aí se lê, uma declinação de 19° 21′, ou seja 19° ⅓, declinação sul, pois que aquele signo é austral. Sendo a declinação para o sul e indo para lá também as sombras, deviam somá-la com a distância zenital meridiana do Sol, para obterem a latitude, que neste caso era austral. A soma, segundo as regras do *Regimento*, de 13° ⅔ com 19° ⅓ dava 33 graus. Na lista de latitudes que acompanha o *Regimento* de Évora encontra-se, com efeito, entre as *Alturas do sul des a linea equinocial de guinee atee ho cabo de boõa esperança*, a *Angra de saneia yllena* com uma altura de 33°.

Estavam, pois, em 33° de latitude ao sul do equador. Tinham assim calculado um elemento indispensável para marcarem a posição do lugar na *universal pintura*, isto é, no mapa-múndi. Um grau mais ao sul avançava sobre o mar o cabo de Boa Esperança, que haviam de dobrar no dia 22 e onde os esperava o gigante Adamastor. O trópico de Câncer ficava em 23° 33′, segundo o *Regimento*, que dava este número para declinação máxima do Sol. Estavam na zona temperada austral, entre o trópico de Capricórnio e o círculo glacial antárctico, como o poeta diz na estância 27:

Achamos ter de todo ja passado
Do Semicapro pexe a grande meta,
Estando entre elle & o circulo gelado
Austral, parte do mundo mais secreta:

Determinada a latitude do lugar, tratava-se de marcar o ponto na carta; por isso se diz na estância anterior:

Me detenho, em tomar do sol a altura
E compassar a vniuersal pintura.

A universal pintura é a carta de marear, sobre a qual estão traçadas muitas rosas dos ventos, com os 32 rumos. *Compassar* é fazer correr

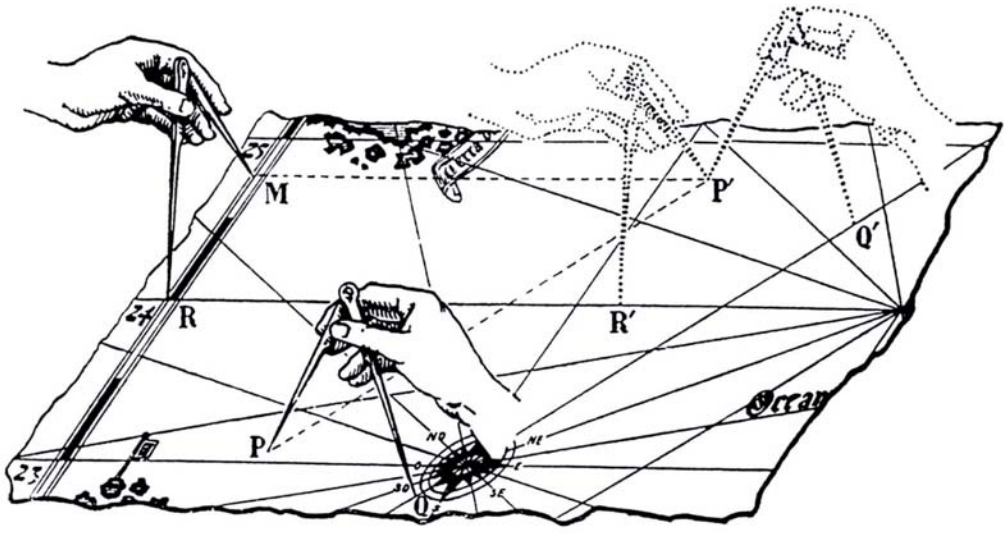

FIG. 37

sobre ela o par de compassos, sabida a latitude onde se está e o rumo seguido pela nau, dado o último ponto marcado na carta. Com a ponta de um dos compassos se tomam, no meridiano graduado, os graus de latitude achada, em *M*, por exemplo (fig. 37), e a outra ponta se assenta no rumo leste-oeste mais vizinho, em *R*. Uma ponta do segundo compasso se põe no último lugar marcado no mapa, seja em *P*; e a outra ponta no mesmo rumo por onde se andou, o mais próximo de *P*, em *Q*, por exemplo, se se navegar para nor-nordeste. Correndo o par de compassos pelos dois rumos, um por *RR′,* o outro por *QQ′*, o ponto *P′*, onde as outras pontas se juntarem, é o lugar em que se está.

A este processo, por altura e rumo, se chamava o *ponto de esquadria*,

que é assim descrito por Pedro de Medina no seu *Regimiento de Navegacion*, Sevilha, 1552, «Notable primero»:

«Regla tercera. Como se ha de echar punto en la carta (per esquadria que és conforme con el altura que se toma) para saber el lugar cierto en que la nao está.

«Quando el piloto, o maestre, quisiere echar punto en su carta para saber el punto cierto y lugar donde está: mire el lugar dó partio, en que grados está, / segun hallará per la graduacion que la misma carta tiene. Y mire assi mesmo en quantos grados se halla, segun que con el sol, / o Norte, lo oviere tomado. Y esto sabido tome sus dos campases y ponga la punta del uno en el lugar dó partio, y la otra punta de esse mismo compás ponga en el rumbo en que ha navegado. Y tome el otro compás, y ponga la una punta en los grados de altura en que se halle: buscando aquele numero en la graduacion de la carta: y la otra punta de este compás en el viento Leste Oeste más cercano que a sua altura hallare. Y corra estos dós compases reposadamente, de manera que no aparte as dós puntas de ambos compases que se pusieron sobre los dos rumbos: que es el uno el viento que la nao ha traydo, y el otro el Leste Oeste. Y viniendo desta manera mire donde se juntan las otras dos puntas de ambos compases: una que se puso en el lugar do la nao partio, y la otra en el altura en que se halla: en esse mismo punto donde esses dos puntas se juntaren, es el lugar donde la nao está.»

Análoga explicação do ponto de esquadria se encontra na *Arte de Navegar*, de Manuel Pimentel (Lisboa, 1762, p. 72).

6. *O astrolábio plano dos Gregos.* — Camões sabia bem que o astrolábio náutico, usado a bordo das naus portuguesas, não era mais que a simplificação dum outro instrumento, muito mais antigo, do qual se conservavam ùnicamente as peças destinadas à medição de alturas dos astros. Bastava-lhe ler o parágrafo do capítulo I da *Sphaera* de Sacrobosco, obra muito sua conhecida, intitulado *De quantitate absoluta terrae*, em que se explica o modo de avaliar as dimensões da Terra:

«Totus autẽ terre ambitus auctoritate Ambrosii: Macrobij: Theodosii & Euristenis philosophorũ. cclii. m. stadia cõtinere diffinitur. Vnicuique quidẽ ccclx. graduũ zodiaci septingenta deputãdo terre stadia. Sumpto enim *astrolabio* ĩ stellate noctis claritate *per vtrũque mediclinii foramẽ*

polo perspecto: notetur graduũ multitudo in qua steterit mediclinium supra orizontẽ. deinde procedat cosmimetra directe cõtra septẽtrionẽ a meridie donec ĩ alterius noctis claritate viso vt prius polo steterit altius vno gradu medicliniũ, post hoc mensus sit huius itineris spaciũ et ĩuenietur. ccccccc. stadiorũ. Datis igitur vnicuique ccclx. gradũ tot stadiis terreni orbis ãbitus. cclii. m. stadiorũ inuentus erit» (1).

Transcrevemos da edição de 1515, comentada por Pedro Ciruello (*Johannis de sacro busto sphere textum vna cum additionibus Petri Ciruelii*, Parisius, 1515, fl. 32 r.), a que já nos referimos no capítulo V. Trata-se de medir um arco do meridiano, compreendido entre dois lugares, cujas latitudes difiram num grau. Vê-se aqui indicado o modo de determinar a altura do pólo, dirigindo para a Polar a medeclina do astrolábio, até se enfiar esta estrela pelos dois orifícios das pínulas e fazendo a leitura da graduação nesta posição. Temos, pois, as peças constitutivas do nosso astrolábio náutico claramente indicadas no astrolábio a que se refere a obra de Sacrobosco, que, embora impressa pela primeira vez em Ferrara em 1472, fora escrita na primeira metade do século XIII, compilada de fontes árabes.

Aos Árabes se deveu o conhecimento na Europa ocidental deste astrolábio, que era um instrumento bastante complexo. Foi mesmo opinião corrente que eles o tinham inventado, a ponto de se lhe chamar «astrolábio dos Árabes». Está, porém, hoje demonstrado que receberam dos Gregos este instrumento, chamado *astrolábio plano*, para se distinguir do astrolábio esférico e do armilar. F. Nau publicou, pela primeira vez, com tradução francesa, um tratado sobre o astrolábio, escrito em siríaco no século VII, por Severo Sabokt de Nisiba, bispo de Qenserin. Do estudo deste importante documento conclui Nau (*Le traité sur l'astrolabe plan de Sévère Sabokt, écrit au VIIe siècle d'après des sources grecques*, par F. Nau, Paris 1899) que o astrolábio plano, que se supunha posterior a Ptolomeu (século II d.C.), foi inventado por

(1) No *Tratado da Sphera* de Pedro Nunes lê-se a seguinte tradução deste trecho: «Ho cerco de toda a terra segundo dizem os filosofos Ambrosio. Theodosio. Macrobio: & Eratostenes: he de dozentos & cinquoenta & dous mil estadios: dando a cada hũa das trezẽtas & sesenta partes do zodiaco setecentos estadios. E ho modo que se tem pera se isto alcançar he este. Tomaremos ho estrelabio: & em noyte crara & estrellada: oulharemos ho polo per ambos os buracos do mediclinio: que he a regra que joga no centro: & notaremos a quantos graos esta o mediclinio: depoys disso yremos dereitos ao norte: ate que outra noite nos amostre ho mediclinio estar ho polo mais alto hum grao. Se medirmos este espaço de caminho: acharemos que sam setecentos estadios: & dando outro tanto a cada hum dos trezentos & sesenta graos: acharemos quanto seja ho cerco de toda a terra.»

Eudóxio de Cnido (409-356 a.C.) ou por Apolónio de Perga (séculos III-II a.C.). Assim, os Árabes foram apenas os transmissores dum instrumento cujo uso tinham aprendido com os Gregos.

Para se fazer ideia deste instrumento, reproduzimos as figuras que acompanham a obra de Nau. Na figura 38 está representado o astrolábio

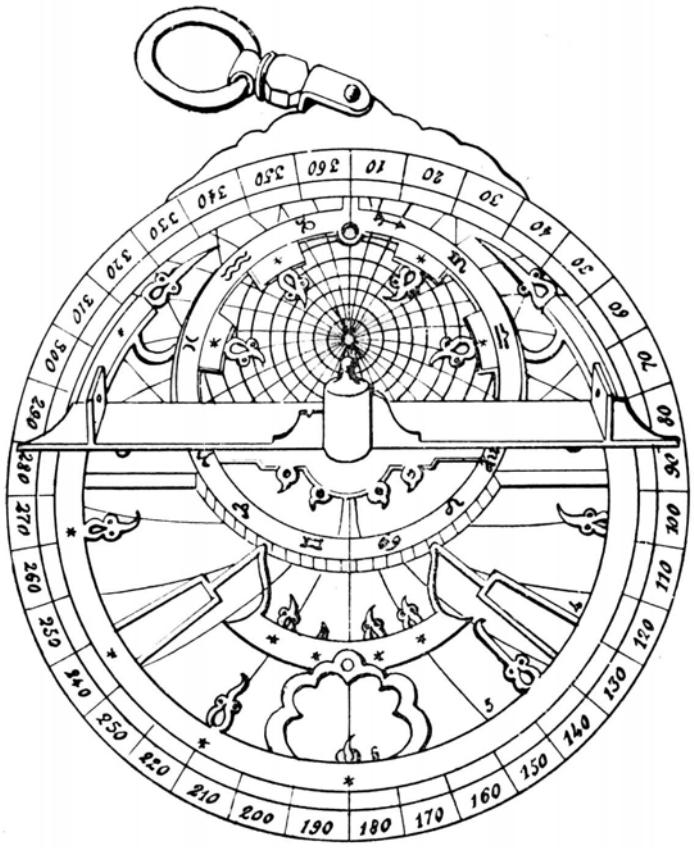

FIG. 38 — Rosto do astrolábio plano

completo, do lado do rosto. Aí vemos a medeclina com as duas pínulas furadas e as extremidades pontiagudas que deslizam sobre a graduação. Por baixo da medeclina e dentro da cercadura graduada vê-se a *aranha*, que a figura 40 mostra isolada. A aranha é móvel, como a medeclina, mas independente dela, em torno do eixo central. Através das largas aberturas desta recortada peça vêem-se os círculos traçados numa placa circular fixa, sobre a qual ela se move, que a figura 39 representa separadamente. Cada instrumento tinha, em geral, um jogo de três a sete destas placas, chamadas «discos de clima ou de latitude», sobrepostos e metidos todos, bem como a aranha, numa chapa circular,

munida dum rebordo, a que os Árabes chamavam *mãe do astrolábio*, caixa cilíndrica de pequena altura, cujo fundo constituía o *dorso* do astrolábio, vindo o rebordo formar, do lado do rosto, a cercadura graduada, que se vê na figura 38, a que se prende, na parte superior, o anel de suspensão. Dentre os discos de latitude, colocava-se por cima o que correspondia à latitude do lugar de observação; sobre ele girava a aranha e por cima desta a medeclina.

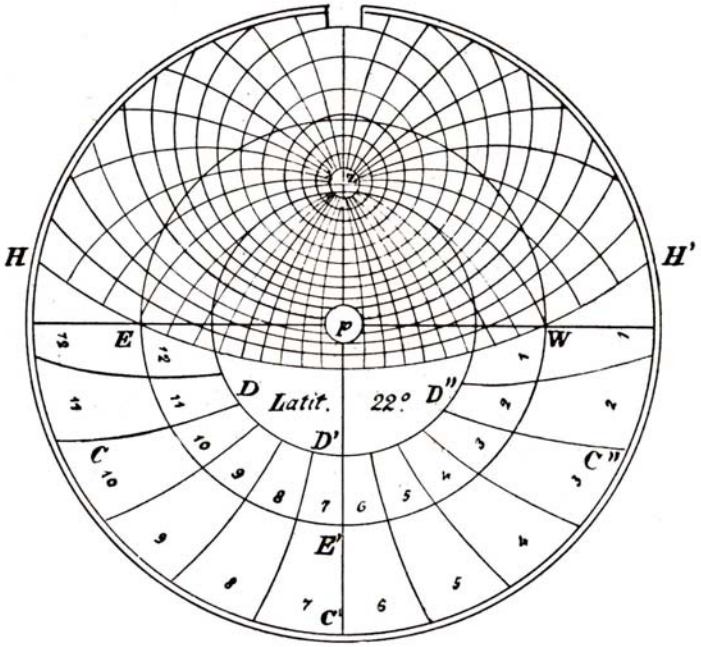

FIG. 39 — Disco de latitude

Os discos de latitude, como o desenhado na figura 39, contêm a projecção estereográfica dos círculos da esfera celeste, sendo ponto de vista o pólo austral e plano de projecção o plano paralelo ao equador, tangente à esfera no pólo norte. Cada ponto é projectado neste plano pela recta dele tirada para o pólo antárctico. O pólo norte está no centro do disco, em *P*. O círculo *CC'C''* é a projecção do trópico de Capricórnio; *EE'W* é a projecção do equador e *DD'D''* a do trópico de Câncer; o pequeno círculo central é o orifício onde passa o eixo do instrumento. O zénite é projectado em *z*. As circunferências que cercam o ponto *z* são as *almocântaras* (1) ou «paralelos de altura», secções feitas na esfera celeste

(1) Adoptamos, para designar estas circunferências, a palavra *almocântara* como forma portuguesa, com a autoridade do professor David Lopes, profundo conhecedor da língua árabe, donde a palavra deriva,

por planos horizontais equidistantes. A maior de todas, *HEWH'*, é a projecção do horizonte. Estas circunferências começam por cercar completamente o zénite, depois são interrompidas na parte superior, indo terminar no bordo do disco, onde atingem o trópico de Capricórnio.

FIG. 40 — Aranha do astrolábio

A parte do céu austral, desde este trópico para o sul, não é representada no disco.

As linhas que se interceptam no zénite, formando um feixe de arcos de círculo, como *zE*, são os «círculos verticais», que vão marcar no horizonte os azimutes. Um deles é o meridiano, que se projecta segundo a recta vertical *zp*. Com estas linhas e as almocântaras fica estereografada a rede de círculos correspondente ao sistema de coordenadas dos astros, que têm por círculo máximo fundamental o horizonte e por isso chamadas coordenadas horizontais: a altura e o azimute.

---

que a respeito dela nos diz: «É o particípio passado, na forma feminina, do verbo *càntara:* construir em arco, abobadar. Daí *(al) cântara*, ponte em arco. A sílaba *mo* (ou *mu*) é o prefixo formativo dos particípios. Deve ler-se *almocântara*, e não *almocantarat*. Há na forma árabe um sinal que soa *t* no estado construto, mas fora disso é apenas sinal do feminino em *a: aldeia*, *alcântara*, como se vê das respectivas formas portuguesas, e não *aldeiat alcantarat*.»

As linhas, numeradas de 1 a 12, que na metade inferior se estendem de trópico a trópico, como *CD*, são as linhas horárias, por meio das quais se podem saber as horas chamadas planetárias ou desiguais. As horas do dia são contadas de 1 a 12, desde o nascer ao pôr do Sol, como as da noite desde o seu ocaso. A hora sexta é marcada sobre o meridiano.

O disco tem em cima um chanfro que o fixa na caixa do astrolábio, para não ser arrastado pela aranha, quando esta sobre ele desliza em torno do eixo central que mantém as peças do instrumento. A aranha (fig. 40) contém um círculo excêntrico, projecção do zodíaco, dividido nos doze signos e estes em graus. Nela estão também representadas as principais estrelas fixas, designadas pelos seus nomes, que na figura se suprimiram. A cada uma delas corresponde um dentículo ou ponteiro, cujo ponto extremo marca a posição da projecção estereográfica da estrela. Para se ter a posição dos planetas, procura-se nas Tábuas a sua situação no zodíaco no dia da observação. O ponto, que no zodíaco da aranha marca o signo e grau achado, é a projecção do planeta nesse dia. A aranha oferece, pois, uma representação das estrelas fixas e dos planetas. Fazendo-a mover em torno do centro, que é a projecção do pólo, temos a imagem do movimento diurno. Para colocar, porém, os astros na posição que, sobre o horizonte dum lugar, ocupam num determinado instante, é preciso fazer uma observação de altura. É para isto que serve a medeclina.

O astrolábio pode servir para se saber, por exemplo, a hora do dia. Para isso toma-se a altura do Sol. Suspenso o astrolábio pelo anel, dirige-se a medeclina para o Sol, de modo que a pínula alta cubra com a sua sombra a pínula baixa, e lê-se a graduação. Suponhamos que se acharam 30° para altura do Sol sobre o horizonte nesse instante. Procura-se nas Tábuas o ponto ocupado no zodíaco pelo Sol nesse dia. É o ponto correspondente do zodíaco da aranha que tem de colocar-se em 30° de altura. Faz-se rodar a aranha sobre o disco da latitude do lugar, até que aquele ponto venha colocar-se sobre a almocântara de 30°, dum ou outro lado do diâmetro vertical do disco, conforme o Sol estiver a oriente ou a ocidente do meridiano. Então temos no astrolábio os astros colocados na posição que nesse momento ocupam sobre o horizonte. Também se vêem os pontos do zodíaco que vão na passagem superior e na inferior pelo meridiano, assim como o ponto que se eleva no oriente e o que desce no ocaso, o que era importante para a astrologia. A hora é dada pelo número da linha horária que

marca, na metade inferior do disco, o ponto do zodíaco diametralmente oposto ao ocupado pelo Sol.

Durante a noite, para pôr a aranha na posição correspondente a um certo instante, fazia-se a observação da altura duma das estrelas fixas nela representadas. Para isso servia a medeclina, através de cujos orifícios se visava a estrela. Se a altura lida era, por exemplo, de 20°, fazia-se girar a aranha até que o extremo do ponteiro da estrela viesse colocar-se sobre a almocântara de 20°. O ponto do zodíaco ocupado nesse dia pelo Sol, dado pelas Tábuas, estava então na parte inferior do disco, abaixo do círculo *HEWH'* do horizonte (fig. 39), e a linha horária em que ele se achava dava a hora da noite.

No *Tratado* de Sabokt, publicado por Nau, a descrição do instrumento é seguida da resolução de vinte e cinco problemas astronómicos, dos quais acabamos de resumir os dois primeiros, em que o astrolábio é usado como relógio para a determinação da hora do dia ou da noite. Não há cálculos a fazer; tudo se reduz à leitura dos números gravados no instrumento. Há no astrolábio duas partes de uso bem distinto: a medeclina, bem como a graduação, sobre que correm as suas pontas, são destinadas à observação das alturas dos astros; a aranha e o disco de latitude funcionam como máquina de calcular, indicando a aranha, quando levada à posição conveniente, os números a ler sobre as linhas do disco.

A figura 41 representa um belo exemplar deste instrumento, feito de bronze no século X, que se conserva na Biblioteca Nacional de Paris. É um astrolábio árabe construído por Ahamed ben Khalef para Djafor, filho de Moktafi Billah, nascido em 294 da hégira, falecido em 377 (907 a 987 da era cristã). A medeclina está colocada do lado do rosto sobre a aranha, e esta gira sobre um disco de latitude, que está desviado da posição que deve ocupar. A rede dos círculos verticais e almocântaras está descaída para a esquerda em vez de ocupar a parte superior, o que resultou de se ter fotografado o instrumento no estado em que actualmente se encontra. É preciso, pois, imaginar o diâmetro, que passa no zénite, levado à posição vertical. A Joaquim Bensaúde agradecemos a cedência que nos fez do cliché deste desenho, que se encontra no seu excelente livro *L'Astronomie Nautique au Portugal* (p. 37).

No tomo II dos *Libros del Saber de Astronomia del rey D. Alfonso X de Castilla*, Madrid, 1863, encontram-se os quatro *Libros de los astrolabios*. Os dois primeiros, intitulados *Libros dell astrolábio redondo*

tratam da construção e uso do astrolábio esférico. O astrolábio plano é estudado nos dois *Libros dell astrolábio llano.* O primeiro destes, em que se ensina a construir o astrolábio, fecha com o debuxo do instrumento,

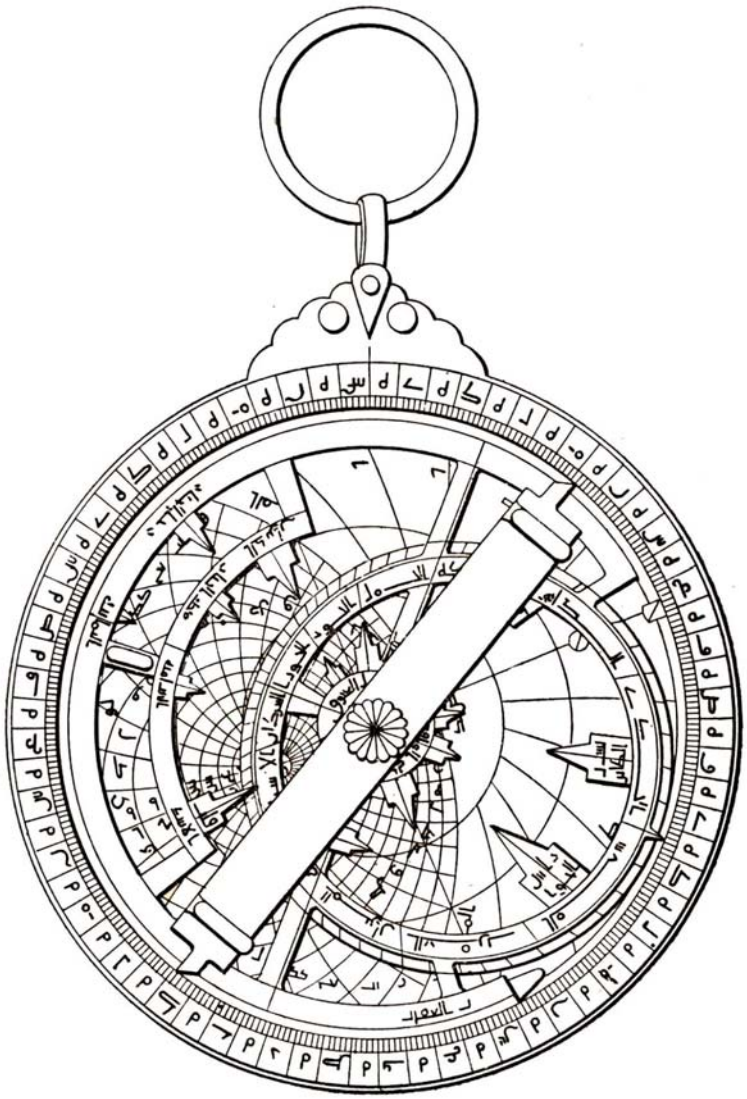

FIG. 41 — Astrolábio árabe de bronze, construído por Ahamed ben Khalef no século X, existente na Biblioteca Nacional de Paris.

visto do lado do rosto, que reproduzimos na figura 42. Aí se vê a aranha *(red)*, colorida a amarelo, com seu zodíaco excêntrico e os ponteiros das estrelas fixas. Cerca-a o rebordo graduado da caixa *(madre)* do astrolábio, tendo, na parte superior, os anéis de suspensão.

Através das aberturas da aranha vêem-se, em fundo branco, as linhas do disco da latitude de Toledo *(ladeza XL)*. Na figura não está representada a medeclina, porque ela corre do outro lado, sobre o dorso graduado do astrolábio. Não há, com efeito, necessidade de colocar a medeclina do lado do rosto, pois que ela funciona independentemente da aranha. As observações de altura dos astros são, pois, neste exemplar, feitas no dorso do instrumento.

O libro II contém cinquenta e oito capítulos. Os cinco primeiros ocupam-se da nomenclatura das diferentes partes do astrolábio; os cinquenta e três restantes resolvem outros tantos problemas astronómicos. O capítulo XXX trata da determinação da latitude dum lugar pela altura meridiana do Sol. Um problema subsidiário deste é resolvido no capítulo XXIX, *De saber la declinacion de qual grado quisieres del zodiaco del cerco dell yguador*, em que se mostra como o instrumento dispensa a Tábua de declinações dos planetas, exigindo apenas a das suas posições nos signos do zodíaco, porque por ele se pode determinar mecânicamente a declinação, isto é, a distância ao círculo do equador *(cerco dell yguador)*, de qualquer ponto do zodíaco. Para isso basta mover a aranha até que esse ponto do zodíaco vá colocar-se no meridiano, isto é, no diâmetro vertical do disco, acima do horizonte, e ler o número da almocântara que passa pelo ponto nessa posição. Leva-se em seguida ao meridiano, da mesma maneira, o ponto de Áries e lê-se o número da almocântara. A diferença dos dois números é a declinação procurada do ponto do zodíaco. Para isto serve o disco de qualquer latitude. O astrolábio dá, pois, a declinação do Sol em qualquer momento, desde que se saiba a sua posição no zodíaco.

Vejamos agora como, no século XIII, Afonso X de Castela resolvia o problema da latitude pela altura do Sol ao meio-dia:

«Capitolo XXX

«De saber la ladeza de qual uilla quisieres. et es la sua longura de la linna equinoctial. et es otrossí quánto se alza el polo septentrional sobre la tierra en essa uilla.

«Si esto quisieres saber, toma la altura del sol en el medio dia. et es e mas alto que puede seer en aquel dia. Et si fuer el sol en la cabeça de aries ó de libra. mingua la altura que fallaste de nouaenta. et lo que fincare será la ladeza de la uilla que quisiste. Et si el sol non fuer en la una destas dos cabeças de aries ó de libra. sepas la declinacion del

grado del sol *assí cuemo te mostramos*. Et si fuer la declinacion del grado del sol á parte de septentrion. mínguala de la altura de medio dia que fallaste. Et si fuer la declinacion aparte de medio dia. annádela sobre la altura sobredicha. et lo que fuer de la altura míngualo della. ó annadiendo sobrella. será la altura de la cabeça de aries et de libra en essa uilla. Et desende mínguala de .XC. et lo que fincare será la ladeza de la uilla que quisiste saber.»

Ao enunciado do problema junta-se, no título do capítulo, a definição de latitude *(ladeza)* duma vila e diz-se que ela é igual à altura do pólo setentrional. Exclui-se, pois, o hemisfério sul, de cujos habitantes não havia notícia. Manda-se tomar a altura do Sol ao meio-dia e acrescenta-se que ela é a altura máxima do Sol nesse dia, indicando-se assim a maneira de a tomar, sem necessidade de relógio. Quando se diz que, não estando o Sol nos pontos equinociais, se saiba a declinação do grau do Sol *assi cuemo te mostramos*, faz-se referência ao capítulo XXIX, em que se ensinou a determinar, pela aranha, a declinação dum ponto do zodíaco. Assim, a observação da altura meridiana do Sol faz-se no dorso do astrolábio, onde corre a medeclina; a declinação determina-se no rosto do instrumento com a aranha deslizando sobre um disco de latitude qualquer. A combinação, por soma ou diferença, da altura solar com a declinação, que depois se lê, é uma parte do nosso conhecido *Regimento da altura do pólo ao meio-dia*. Se há diferença na forma, o cálculo é essencialmente o mesmo. O problema é aqui restrito ao hemisfério norte e ainda nele se excluem os pontos ao sul do trópico. Neste *Regimento* de Afonso X, como podemos chamar-lhe, não se fala de sombras, que se subentende correrem sempre ao norte. Só se trata de lugares situados ao norte do trópico de Câncer.

Quando, na segunda metade do século XV, as nossas naus navegavam em pleno hemisfério austral, a determinação da latitude tinha de fazer-se fora daquelas restrições. O *Regimento*, que para isso se formulou entre nós, é, pois, uma generalização do que acabamos de ler, completado de modo a poder aplicar-se em todos os pontos do globo terrestre.

O astrolábio plano, que se prestava à resolução de tantos problemas astronómicos, apenas se empregava a bordo das naus na determinação de alturas. Para isso bastava a medeclina e a graduação sobre que as suas pontas corriam. A aranha e os discos de latitude tornavam-se

FIG. 42 — Astrolábio plano do rei Afonso X de Castela (séc. XIII)
Figura do rosto *(faz)* do astrolábio

A aranha *(red)*, colorida toda de amarelo, contém o zodíaco e o ponteiro da estrelas fixas. Através das suas aberturas vêem-se, em fundo branco, no disco da latitude de Toledo *(ladeza XL):* a projecção estereográfica das almocântaras e círculos verticais, acima do horizonte; e as linhas horárias, que marcam as horas desiguais, na parte inferior. O rebordo exterior graduado, a que se prendem as argolas de suspensão, coloridas de amarelo como ele, faz parte da mãe do astrolábio que forma o dorso do instrumento. Na figura não se vê a medeclina, porque esta corre sobre a graduação, do lado do dorso.

inúteis. É certo que estas peças serviam também para determinar a declinação do Sol. Preferiu-se, porém, dispensá-las, juntando, nas Tábuas do Sol, às posições nos signos as declinações em cada dia. Desembaraçado o instrumento destas peças, puderam aumentar-se as suas dimensões, o que facultou uma melhor divisão do limbo circular. Tal é a origem do «astrolábio náutico», que não é senão a simplificação dum instrumento que os Árabes receberam dos Gregos e introduziram na Europa ocidental. O astrolábio plano ficou reduzido apenas ao necessário para observar alturas: um círculo graduado, *a roda*, em cujo centro gira uma régua, munida de duas pínulas furadas, a que os Gregos chamaram *dioptro* e os Árabes *alidade*, e que em latim se chamou *mediclinium*, donde o nome *mediclina*, dos nossos marinheiros.

Gaspar Correia descreve-nos, nas *Lendas da Índia*, *o estrólico Çacuto*, Abraham Zacuto, ocupado com a organização das tábuas do Sol e a construção dos astrolábios náuticos:

«Elrey *(D. Manuel)* era muyto inclinado á Estrolomia, polo que muytas vezes praticaua com o Judeo Çacuto (...). O que todo bem ouvido por ElRey houve muyto contentamento e prometendo ao Judeu muytas merces por seu trabalho, lhe muyto encomendou que désse cabo a tão boa cousa como tinha começado. Ao que o Judeu se offereceo, e como já tudo tinha exprimentado, e sabido a certeza do decurso do sol, e os mudamentos que fazia, tomando o esprimento polas estrellas com suas artes da estrolomia, fez hum regimento desta declinação do sol, apartando os anos, cada hum sobre sy, e os mezes e dias, de hum ano bisexto até o outro, que são quatro anos apontadamente, de quanto anda o sol cada dia, contado de meo dia a meo dia, assi pera a banda do Norte, como pera a banda do Sul, todo per grande concerto e boa ordem; pera o que fez huma pasta de cobre da grossura de meo dedo, redonda, com huma argola em que estaua dependurada direita, e nella linhas e pontos, e no meo outra chapa, assi de cobre corrediça ao redor, e nella postos huns pontos furados direitos hum do outro, porque entrado o sol per ambos, no ponto do meo dia, se via em que parte estaua o sol, *tudo per grande arte e sobtil modo*, e lhe chamou estrolabio, que tomando assi o lugar certo em que estaua o sol, e feita conta polo regimento na tauoa de cada ano, se sabia as legoas que erão andadas. O que o Judeu ensinou a alguns pilotos, que lhe ElRey mandou, como e de que modo hauião de tomar o sol em o ponto do meo dia com o estrolabio,

ensinandolhe a conta que hauião de fazer polas tauoadas do regimento, no que em todo os muyto industriou» (1).

No *Almanach perpetuum* de Zacuto, Leiria, 1496, há quatro tábuas do Sol *(Tabula solis prima, secunda, tercia, quarta)* para os anos de 1473 a 1476, que, juntamente com a *Tabula equationis solis*, permitem o cálculo, em graus, minutos e segundos, da posição do Sol no zodíaco em cada dia de qualquer ano. Depois a *Tabula declinationis planetarum et solis ab equinotiale*, entrando nela com aquela posição, dá a declinação do Sol. No *Regimento* de Munique preferiu-se pôr de parte tais cálculos. Distribuíram-se os 360 graus do zodíaco pelos 365 dias dum ano, repetindo-se o mesmo número nalguns dias. E em frente de cada um destes números inscreveu-se, como vimos, a declinação correspondente do Sol, em graus e minutos. Estes graus e minutos são os mesmos que se lêem na *Tabula declinationis* de Zacuto, tendo-se feito uma ou outra interpolação onde há repetição do mesmo grau do zodíaco. *O Regimento* de Évora, em vez duma única tábua anual, contém tábuas de declinação para um ciclo de quatro anos, o que mostra que ao tempo da sua publicação se requeria já maior precisão.

Depois de se referir às tábuas de declinação do Sol, descreve Gaspar Correia o astrolábio náutico e o seu uso no tomar do Sol ao meio-dia para se fazer, pelo *Regimento*, a conta de latitude, *tudo per grande arte e sobtil modo.*

E dizendo ainda, em continuação do que acabamos de transcrever, que Zacuto se ocupou também do Regimento da Estrela do Norte, para que os pilotos soubessem navegar «assi com o sol, como com a escuridão da noite», acrescenta (p. 264):

«O que foy em tanto crecimento de bem, como oje em dia parece ao seruiço do Senhor Deos; porque homens *scientes*, e de *sobtys* entendimentos forão mais entendendo e alcançando com que ora estáe m toda perfeição.»

Também Camões diz que Vasco da Gama e os pilotos tratam de saber as partes em que estão

Pello nouo instrumento do Astrolabio
Inuenção de sutil *juizo &* sabio.

(1) *Lendas da Índia*, Lisboa, 1858, t. I, pp. 261 e 263.

O que é novo, e invenção de juízo subtil e sábio, não é o instrumento em si, reduzido a uma simplicidade primitiva, mas sim o seu uso náutico. Este é o sentido do poeta.

Deixámos atrás (pp. 170-171) transcrito o trecho de João de Barros em que diz que em Portugal se achou o primeiro uso do astrolábio na navegação. Continuemos a leitura desse trecho, para sabermos quando e por quem foi achado (*Década I*, liv. IV, cap.II):

«No tempo que o jnfante dom Anrique começou o descobrimento de Guiné, toda a nauegaçam dos mareantes éra ao longo da cósta, leuandoa sempre por rumo: da qual tinham suas noticias per sináes de que fazíam roteiros como ajnda ao presente vsam em algũa maneira, & pera aquelle módo de descobrir jsto bastáua. Peró depois que elles quisserã nauegar o descuberto, perdendo a vista da cósta & engolfandose no pego do mar: conheceram quantos enganos recebiã na estimatiua & juizo das singraduras que segundo seu módo em vinte quátro óras dauam de caminho ao nauio, assy por razam das correntes como doutros segredos q̃ o már tem, da qual verdáde de caminho a altura é my cérta mostrador.

Peró como a necessidade é mestra de todalas ártes, ẽ tẽpo delrey dõ Joã o segũdo foy per elle encomẽdádo este negócio a mestre Rodrigo & a méstre Josepe judeu ambos seus medicos, & a hũ Martin de Boémia natural daquellas partes: o qual se *gloriáua* ser discipulo de Joãne de Monte Regio afamádo astrónomo entre os professóres desta sciẽcia. Os quáes achárã esta maneira de nauegar per altura do sol, de que fizeram suas tauoádas pera declinaçam delle: como se óra vsa entre os nauegantes, já mais apuradamente do q̃ começou, em q̃ seruiã estes grãdes astrolábios de páo.»

João de Barros atribui, pois, a invenção do uso náutico do astrolábio a mestre Rodrigo, a mestre José Judeu, que é o mesmo mestre José Vizinho, que traduziu do hebreu para latim o *Almanach* de Zacuto e se intitula seu discípulo, e a Martim Behaim, que chegara a Lisboa em 1484 e *se gloriava* de ser discípulo de Regiomontano. Esta passagem deu lugar a atribuir-se a Behaim a introdução do astrolábio em Portugal, não se atendendo a que Barros fala do *seu uso* náutico apenas. Afirmou-se também que ele trouxera as *Ephemerides* de Regiomontano e que delas se extraíram os elementos para as nossas Tábuas do Sol. Assim, o instrumento e as tábuas náuticas, usadas pelos navegadores portugueses, seriam de origem alemã. Está hoje demonstrada a falsidade

de tal opinião. Não é nas *Ephenterides*, mas sim nas *Tabulae directionum profectiallumque* de Regiomontano (1), que se encontra a tábua das declinações do Sol, calculada para uma obliquidade da eclíptica de 23° 30′. Ora não são os números desta tábua, mas sim os do *Almanach perpetuum* de Zacuto, correspondentes a uma obliquidade de 23º 33′, que se encontram no *Regimento* de Munique. A obliquidade de 23° 30′ só foi adoptada, muito mais tarde (1537), por Pedro Nunes. As tábuas náuticas portuguesas provêm, pois, de fonte peninsular. O astrolábio plano, donde derivou o astrolábio náutico, era conhecido na península séculos antes da vinda de Behaim.

Gaspar Correia atribui, por seu lado, um papel exagerado a Zacuto, parecendo apresentá-lo como único introdutor da ciência náutica em Portugal. Nos primeiros anos do século XV já o infante D. Henrique conseguira trazer para cá mestre Jácome de Maiorca, cartógrafo e construtor de instrumentos. D. João II reuniu em torno de si todos aqueles que julgou competentes em cosmografia, como foram o bispo de Ceuta D. Diogo Ortiz, mestre Rodrigo, mestre José Vizinho. Martim Behaim e Abraham Zacuto, que veio de Salamanca em 1492. Tinha, pois, uma junta de astrónomos, cristãos e judeus, como tivera Afonso X de Castela. Este, justamente cognominado *o Sábio*, dedicava-se à astronomia por puro amor da Ciência, tendo um reinado infeliz. D. João II, político sagaz, punha a ciência astronómica ao serviço dum vasto plano, comercial e marítimo.

(1) J. Bensaúde, *L'Astronomie Nautique au Portugal*..., p. 20.

IX

NOVO CÉU

1. *O Cruzeiro do Sul*. — Encetadas as navegações dos descobrimentos sob o impulso forte do infante D. Henrique, lançadas as naus portuguesas através dos terrores do desconhecido para regiões que a Ciência então dizia inabitáveis, os reis portugueses, prosseguindo a obra do Infante, tiveram particular cuidado, como resulta do precedente capítulo, em que os nossos mareantes partissem providos de instrumentos e das necessárias regras de astronomia, sendo-lhes guia todos os recursos que os conhecimentos dos cosmógrafos podiam ministrar. Assim, no *Tratado em defensam da carta de marear*, diz Pedro Nunes:

«Ora manifesto he que estes descobrimentos de costas: ylhas & terras firmes: nam se fezeram indo a acertar: mas partiam os nossos mareantes muy ensinados & prouidos de estormentos & regras de astrologia & geometria: que sam as cousas de que os Cosmographos ham dãdar apercebidos: segũdo diz Ptolomeu no primeiro liuro da sua Geografia. Leuauã cartas muy particularmente rumadas: & não ja as de que os antigos vsauam: que nam tinham mais figurados que doze ventos & nauegauam sem agulha.» ([1])

As regras de astronomia eram resumidas nos *Regimentos*. Pelo *Regimento da altura do polo ao meo dia* determinavam a latitude, medindo a altura do Sol na sua culminação. Com o *Regimento da Estrela do Norte* obtinham a latitude e sabiam as horas da noite, observando a *Buzina*. Ao sul do equador, porém, perdiam a Polar, e este

([1]) *Tratado que ho doutor Pero nunez Cosmographo del Rey nosso senhor fez em defensam da carta de marear: cõ o regimẽto da altura...*, em *Obras*, ed. da Academia de Ciências de Lisboa, vol. I, 1940, p. 176. (Nota do editor.)

Regimento tornava-se inútil. Os nossos navegadores estudaram então atentamente as estrelas austrais, em busca duma constelação que substituísse a Ursa menor, e acabaram por distinguir um novo grupo com a forma duma cruz, cuja haste, marcada por duas estrelas (α, γ *Crucis*), tendo aproximadamente a mesma ascensão recta, se alinha com o pólo, tomando a posição vertical na passagem pelo meridiano. Chamaram à nova constelação *Cruzeiro do Sul*. Por ela marcavam as horas da noite e determinavam a latitude. No *Tratado da agulha de marear*, redigido pelo piloto João de Lisboa em 1514 (1), ensina-se a medir por ela a declinação da agulha.

Se a origem portuguesa do *Cruzeiro* não foi ainda reconhecida pelos historiadores da astronomia, resulta isso apenas de serem mal conhecidos no estrangeiro os documentos que a comprovam, dos quais nos vamos ocupar. Foram os Portugueses que marcaram junto do *Centauro*, para guia dos navegadores, este brilhante sinal em forma de cruz, que tamanha celebridade adquiriu no século XVI. Não descobriram só novas terras e novos mares; deixaram também na esfera celeste este novo asterismo. Por isso no *Tratado em defensam da carta de marear*, que acompanha o *Tratado da Sphera*, publicado em 1537, diz Pedro Nunes:

«Nam ha duuida que as nauegações deste reyno de cem ãnos a esta parte: sam as mayores: mais marauilhosas: de mais altas & mais discretas conjeyturas: que as de nenhũa outra gente do mundo. Os portugueses ousaram cometer o grande mar Oceano. Entrarã por elle sem nenhũ receo. Descobriram nouas ylhas: nouas terras: nouos mares: nouos pouos: & *o q̃ mavs he: nouo ceo: & nouas estrellas*.» (2)

A estas descobertas faz Camões alusões frequentes, corro em V, 4:

Assi fomos abrindo aquelles mares
Que geração algũa não abrio,
As nouas Ilhas vendo, & os nouos ares,
Que o generoso Enrique descobrio:

(1) J. I. de Brito Rebelo, *Livro de Marinharia*, Lisboa, 1903, pp. 22 e 23.
(2) Edição acima cit., p. 175.

em II, 85:

Assi dizia, & todos juntamente,
Hũs com outros em pratica fallando,
Louuauão muito o estamago da gente,
Que tantos Ceos & mares vai passando,

ou em IX, 17:

O prazer de chegar aa patria cara,
A seus penates caros & parentes,
Pera contar a peregrina, & rara
Nauegaçam, os varios çeos, & gentes,
Vir a lograr o premio, que ganhàra
Por tão longos trabalhos, & accidentes,
Cada hum tem por gosto tam perfeito,
Que o coração para elle he vaso estreito.

O *novo céu* é descrito no último verso de VIII, 71:

Conceito digno foi do ramo claro
Do venturoso Rei, que arou primeiro
O mar, por yr deitar do ninho caro
O morador de Abila derradeiro:
Este por sua industria, & engenho raro,
Num madeiro ajuntando outro madeiro,
Descobrir pode a parte, que faz clara
De Argos, da Ydra a luz, da Lebre, e da Ara.

Um observador colocado no pólo norte da Terra tem o pólo celeste no seu zénite e o equador coincidente com o horizonte, e por isso vê apenas as estrelas do hemisfério celeste boreal, as quais no seu movimento diurno, sem nascimento nem ocaso, descrevem circunferências horizontais (almocântaras). Semelhantemente, o observador situado no pólo sul só vê as estrelas do hemisfério celeste austral, sendo para ele invisíveis as que estão ao norte do equador celeste. A estas duas estações corresponde o mínimo campo de visibilidade dos astros.

Os habitantes do equador podem ver toda a esfera celeste. Para eles, os dois pólos ficam no horizonte, que divide assim ao meio os círculos diurnos verticais descritos pelas estrelas, de modo que elas estão 12 horas acima e 12 abaixo dele. Os astros situados ao começo da noite abaixo do

horizonte vão subindo do lado do oriente e, volvidas 12 horas siderais, acham-se todos na parte superior, tendo passado para a parte inferior todos aqueles que, no princípio da noite, brilhavam no hemisfério superior. Numa estação equatorial podem, pois, ver-se, numa só noite, todas as constelações, tanto boreais como austrais.

Um observador situado entre o equador e o pólo norte pode ver todas as estrelas boreais e as austrais que não fiquem compreendidas na calote esférica que determina, em torno do pólo sul, um círculo menor da esfera celeste, distante dele um número de graus igual ao da latitude do lugar. As estrelas boreais que estão dentro duma calote igual em volta do pólo norte nunca descem abaixo do horizonte: as outras estrelas boreais descrevem a maior parte do seu círculo diurno acima dele. As estrelas austrais, pelo contrário, demoram mais tempo abaixo do que acima do horizonte (fig. 43).

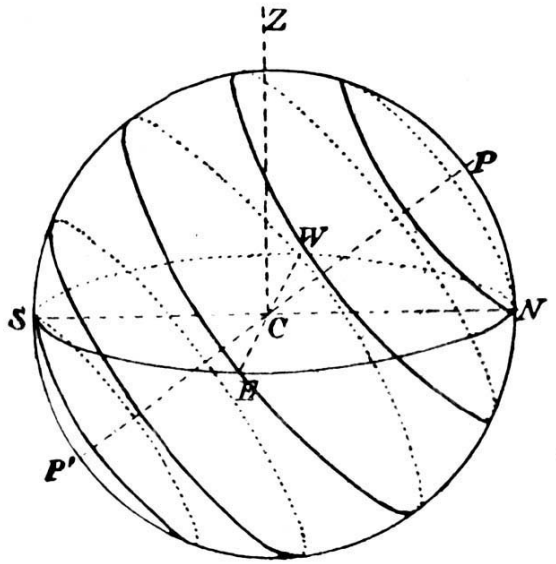

FIG. 43

O inverso tem lugar para o observador situado ao sul do equador. Aí as constelações austrais, como Argos, a Hidra, a Lebre e a Ara, conservam-se, no seu percurso diurno, mais tempo acima do que abaixo do horizonte: as constelações boreais visíveis sobem a menor altura e demoram menos tempo no hemisfério superior.

Camões indica no último verso da estância, que acabamos de transcrever, o novo céu que se ia oferecendo à contemplação dos navegadores, onde predominavam cada vez mais as constelações austrais, ao passo que avançavam para o sul. Não se refere, porém, a constelações novas. Argos, a Hidra, a Lebre e a Ara figuram já no catálogo de Ptolomeu.

Onde o poeta fala de nova constelação é em V. 14:

Ia descuberto tinhamos diante
La no nouo Hemisperio noua estrella,

A palavra *estrela* é tomada aqui na significação de constelação, como no último verso de IV, 85:

De ser no Olimpo estrellas como a de Argos.

A palavra *Hemisperio* indica geralmente em *Os Lusíadas* o hemisfério celeste que assenta sobre o horizonte. Qualquer círculo máximo divide a esfera em dois hemisférios: o equador divide-a (1) nos hemisférios boreal e austral; o horizonte separa os hemisférios superior e inferior. É o hemisfério superior, a abóbada celeste, que o poeta geralmente designa. E assim — lá no novo hemisfério —, quer dizer: lá no novo céu, no céu que cobre as regiões austrais do globo terrestre.

Assim também em I, 8:

Vos poderoso Rei, cujo alto Imperio,
O Sol logo em nascendo ve primeiro:
Veo também no meyo do Hemispherio,
E quando dece o deixa derradeiro.

o Sol vê o império português quando nasce no oriente, vê-o também na sua culminação no meridiano (meio do hemisfério) e ainda no seu ocaso. O império a que o poeta aqui alude é o do seu tempo, que se estendia desde a Ásia, pelas costas de África, até ao Brasil, como diz depois em VII, 14, quando descreve as possessões da «pequena casa Lusitana»:

De Affrica tem maritimos assentos,
He na Asia mais que todas soberana,
Na quarta parte noua os campos ara,
E se mais mundo ouuera la chegâra.

No *Tractado da spera do mũdo*, existente na Biblioteca Pública de Évora, lê-se, na parte do capítulo II que se ocupa do Meridiano e Horizonte:

«Em a spera ay outro circulo mayor: chamase orizonte. he hũ circulo que aparta ho mais de çima hemisperio do de mais de baixo &

(1) No texto da 2.ª edição lê-se: *divide-se*; parece evidente que se trata de um lapso. (Nota do editor.)

por esso se chama orizõte. q q̃r dizer terminador de nossa vista. & porq̃ allem de elle nenhũa cousa podemos veer. chamã lhe tãbem circulo do emisperio» (1).

Ao horizonte chamava-se, pois, «círculo do hemisfério»; por isso o poeta em geral designa por hemisfério a meia esfera que se apoia sobre o horizonte, e assim tem de interpretar-se em I, 65:

A ley tenho daquelle, a cujo imperio
Obedece o visibil, & inuisibil,
Aquelle que criou todo o Emispherio,
Tudo o que sente, & todo o insensibil.

Todo o hemisfério é o maravilhoso espectáculo que em cada lugar da Terra o homem pode contemplar acima do horizonte, que é «terminador de nossa vista».

Na elegia III, que tem a rubrica «Da Índia a D. António de Noronha», descreve Camões o temporal que, ao dobrar do cabo de Boa Esperança, assaltou a nau *S. Bento*, em que foi em 1553 para a Índia:

Porque chegando ao Cabo de Esperança,
Comêço da saudade que renova,
Lembrando a longa e áspera mudança:
Debaixo estando já da estrella nova
Que no novo Hemispherio resplandece,
Dando do segundo axe certa prova;
Eis a noite com nuvens s'escurece;
Do ar subitamente foge o dia;
E todo o largo Oceano s'embravece.

A estrela nova, que resplandece no novo céu, é o *Cruzeiro do Sul*. Quando as naus davam a volta da África, o pólo sul tinha já uma elevação que tornava esta constelação circumpolar. O Cruzeiro, com a sua haste alinhada pelo pólo, descrevia em torno dele todo o seu círculo diurno acima do horizonte, «dando do segundo axe certa prova».

(1) O trecho original correspondente na *Sphaera* de Sacrobosco é: «Horizon verò est circulus diuidens inferius hemisphaerium à superiori, vnde appellatur horizon, id est, terminator visus. Dicitur etiã horizon circulus hemisphaerij, eadem causa.»

Voltemos agora à estância V, 14, de que já começámos a ocupar-nos:

Ia descuberto tinhamos diante
La no nouo Hemisperio, noua estrella,
Não vista de outra gente, que ignorante
Algũs tempos esteue incerta della:
Vimos a parte menos rutilante
E por falta destrellas menos bella,
Do Polo fixo, onde inda se não sabe
Oue outra terra comece, ou mar acabe.

A nova constelação, a que Camões aqui se refere, é a mesma da elegia III, o Cruzeiro do Sul, que ele afirma ter sido assinalada pelos Portugueses, não a tendo visto nenhuma outra gente antes deles. A verdade desta afirmação do poeta tem sido obscurecida pela opinião, até há alguns anos geralmente aceita, que atribui a Dante o conhecimento do Cruzeiro no princípio do século XIV, em que compôs a *Divina Comédia*. Quando Dante chega com Virgílio à ilha em que se eleva a montanha de *O Purgatório*, situada em 32 graus de latitude austral, numa posição antípoda de Jerusalém, olha para o oriente e, voltando-se em seguida para a direita na direcção do pólo sul, vê quatro estrelas, nunca vistas por ninguém senão pela primeira gente:

Io mi volsi a man destra e posi mente
All'altro polo, e vidi quattro stelle
Non viste mai fuor che alla prima gente
(*Purgatório*, I, 22-24)

Que estas quatro estrelas são as do *Cruzeiro* tem sido opinião corrente, apoiada em autoridades como Humboldt, até que em 1907 Rizzacasa d'Orsogna mostrou os erros envolvidos em tal interpretação, emitindo um novo parecer: as quatro estrelas pertencem à constelação da *Ara*. F. Angelitti, professor de astronomia na Universidade de Palermo, publicou, nos anos de 1912 e 1913, um magistral estudo de astronomia dantesca na *Rivista di Astronomia* (1), que se publica em

(1) F. Angelitti, «Sugli accenni danteschi ai segni, alle costellazioni ed al moto del cielo stellato da occidente in oriente, di un grado in cento anni», in *Rivista di Astronomia*, Turim, t. VI, VII.

Turim, chegando, no ponto especial de que nos ocupamos, depois duma análise minuciosa e completa, a concluir que as quatro estrelas, a que Dante duas vezes se refere no *Purgatório*, são as das *chamas* da constelação da *Ara*, se não são antes quatro astros fictícios, de pura imaginação do poeta. Depois voltaremos a tratar deste assunto em particular; por agora demos como certo que a ciência astronómica acabou por excluir da *Divina Comédia* a constelação do Cruzeiro do Sul.

Os nossos pilotos consideravam no Cruzeiro cinco estrelas, a que juntamos, na figura 44, as letras com que actualmente se designam. As duas estrelas α e γ formam a haste da cruz, sendo α o *Pé* e γ a *Cabeça*; as duas β e δ desenham a linha dos braços. A ε, que fica fora da cruz, é uma pequena estrela de quarta grandeza. A mais brilhante é a α, de primeira grandeza; β e γ são de segunda e δ de terceira grandeza. Para a determinação da latitude observava-se geralmente a α, mais próxima do pólo, tomando-lhe a altura na sua culminação. A chegada da α ao meridiano era marcada pela γ, que lhe servia de Guarda, quando a linha $\alpha\gamma$ se tornava vertical e o Cruzeiro ficava, portanto, *empinado*, o que resultava de terem estas duas estrelas a mesma ascensão recta aproximadamente (1). Desta circunstância especial é que resultava a grande importância náutica deste brilhante grupo de estrelas que os nossos marinheiros souberam destacar da constelação do *Centauro*.

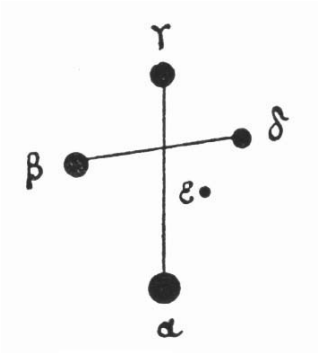

FIG. 43

Três destas estrelas encontram-se já no catálogo de Ptolomeu, que se refere ao ano 137 ou 138 da nossa era. Então eram elas visíveis em Alexandria. Ptolomeu observou-as, incluindo-as no Centauro, sem as agrupar num asterismo especial. Vimos no precedente capítulo como, em virtude do movimento de precessão dos equinócios, o pólo boreal se tem deslocado, aproximando-se da Estrela do Norte. O mesmo movimento tem aproximado o pólo sul da constelação do Cruzeiro. No quadro junto (2) podem ver-se as distâncias polares das estrelas α, β, γ,

(1) Em 1500 a ascensão recta do Pé do Cruzeiro *(α Crucis)* era de 179°,97 e a da Cabeça *(γ Crucis)* era de 181º,08.

(2) Estes números são extraídos de P. Neugebauer, *Sterntafeln von 4000 vor Chr. bis zur Gegenwart*, Leipzig, 1912.

dadas em graus, décimas e centésimas de grau, de cem em cem anos, desde o começo da era cristã até 1900. As distâncias polares têm diminuído; assim a do Pé do Cruzeiro tem sido reduzida nestes dezanove séculos de 38° a 27°,5.

ANO	DISTÂNCIA POLAR DAS ESTRELAS		
	Crucis		
	α	β	γ
0	37º,96	41º,41	44º,09
+ 100	37 ,42	40 ,86	43 ,54
200	36 ,88	40 ,31	42 ,99
300	36 ,34	39 ,76	42 ,44
400	35 ,79	39 ,21	41 ,89
500	35 ,24	38 ,66	41 ,33
600	34 ,69	38 ,10	40 ,77
700	34 ,14	37 ,54	40 ,21
800	33 ,59	36 ,98	39 ,65
900	33 ,03	36 ,42	39 ,09
1000	32 ,48	35 ,86	38 ,53
1100	31 ,93	35 ,30	37 ,97
1200	31 ,37	34 ,74	37 ,41
1300	30 ,81	34 ,18	36 ,84
1400	30 ,25	33 ,63	36 ,27
1500	29 ,70	33 ,07	35 ,70
1600	29 ,14	32 ,51	35 ,13
1700	28 ,58	31 ,96	34 ,57
1800	28 ,02	31 ,41	34 ,01
+ 1900	27 ,46	30 ,86	33 ,45

Em Alexandria, situada numa latitude boreal de 31º, o pólo sul está 31º abaixo do horizonte. No ano 100 o Pé do Cruzeiro, distante do pólo 37°,42, elevava-se, portanto, na sua culminação, a uma altura de 6°,42 acima do horizonte de Alexandria, devendo juntar-se ainda o efeito da refracção. No decorrer do século II esta altura diminuiu apenas meio grau. As outras estrelas do Cruzeiro atingiam uma maior elevação. Ptolomeu pôde, pois, observá-las todas. Hoje são invisíveis em Alexandria.

Para procurar estas estrelas no catálogo de Ptolomeu tem de calcular-se as suas coordenadas para a época a que este catálogo se refere (137-138 d. C). Usando as tábuas e fórmulas do opúsculo *Sterntafeln* de Neugebauer, que já citámos, obtém-se a ascensão recta e declinação para aquela época, tendo depois de passar-se para a latitude e longitude celeste pelas fórmulas sabidas de transformação, porque são as coordenadas

eclípticas as usadas por Ptolomeu. Obtêm-se assim as seguintes posições para as quatro estrelas principais do Cruzeiro, no ano 137-138 da nossa era (1):

ESTRELA	LONGITUDE	LATITUDE
α Crucis	196º 14′	—52º 41′
β »	195 58	—48 27
γ »	190 59	—47 33
δ »	190 1	—50 15

No catálogo de Ptolomeu, que se encontra nos lib. VII e VIII do *Almagesto*, as estrelas estão dispostas pela ordem das constelações, sendo a 44.ª a do *Centauro*, cujas estrelas são numeradas desde 1 a 37. Destacamos a posição e grandeza das estrelas n.os 31, 32 e 37, como ali se encontram (2):

CENTAURI CONSTELATIO 44	LONGITUDO	LATITUDO	MAGNITUDO
	G M	G M	
31 Quae est in poplite pedis dextri	♎ 10 0	Au. 51 10	2
32 Quae est in Talo eiusdem pedis	♎ 15 20	Au. 51 40	2
33 Quae est extra sub dextro posteriore pede	♎ 14 40	Au. 49 10	4

Os números da coluna das longitudes indicam as posições no signo de Libra (♎), devendo, portanto, acrescentar-se-lhes os 180° que vão desde o ponto de Áries ao princípio de Libra, para se poderem comparar com os números da tabela anterior. As latitudes são austrais (Au.).

Vê-se assim que a *α Crucis* se identifica com a estrela 32, situada junto da pata posterior direita do Centauro, classificada de segunda grandeza; a *β Crucis* com a 37, que fica fora, debaixo da perna direita, considerada de quarta grandeza; e a δ com a 31, colocada no jarrete direito, de segunda grandeza (3). Esta identificação faz-se com diferenças de um grau. A estrela da Cabeça, γ, não é possível identificar-se com

(1) *Rivista di Astronomia*, t. VI, Turim, 1912, p. 842.

(2) Transcrevemos da tradução do grego para latim de Trapezúncio, revista por Gaurico, publicada em Veneza em 1528, de que existe um exemplar no Observatório Astronómico da Universidade (de Coimbra).

(3) Deve notar-se que a figura do Centauro, que se vê desenhada nas modernas cartas celestes, é diferente da de Ptolomeu.

nenhuma das outras estrelas; para isso seria preciso supor erros de alguns graus nas suas coordenadas, tanto na latitude como na longitude.

Três das estrelas principais do Cruzeiro encontram-se, pois, catalogadas por Ptolomeu, incluídas na constelação do Centauro, não constituindo, porém, um asterismo distinto. O que os Portugueses depois fizeram foi destacar, na região celeste ocupada pelo Centauro, um novo grupo, uma cruz de estrelas com a haste dirigida para o pólo, útil nas navegações austrais. Formaram uma nova constelação, o sinal tão procurado para lhes servir de guia, como no norte a *Buzina*.

Os historiadores da astronomia declaram, com Humboldt, que a referência mais antiga a esta constelação, designada já com o nome de Cruzeiro, é a de Corsali, em 1515 (1). Da referência que lhe faz também Pigafetta, companheiro de Fernão de Magalhães, quando descreve a célebre viagem de circum-navegação do globo, não nos ocuparemos, por ser posterior (1520). Andrea Corsali, florentino, tendo ido para a Índia em serviço do rei português D. Manuel, conta a sua primeira viagem em carta escrita de Cochim, com data de 6 de Janeiro de 1515, ao duque Julião de Médicis. A passagem que nos interessa, e que transcrevemos com a figura que a acompanha (fig. 45), é a seguinte (2):

«In che luogo sia il polo Antartico, per l'altura de gradi, pigliammo il giorno co'1 Sole, & ricontrammo la notte con l'astrolabio, & euidentemente lo manifestano due nugolette (3) di ragionevol grandezza, ch' intorno ad essa cõtinuamente hora abbassandosi, & hora alzandosi in moto circulare camminano, con vna stella (4) sempre nel mezzo, laqual com esse si volge lontana dal Polo circa vndici gradi: sopra di queste apparisce *vna croce marauigliosa* nel mezzo di cinque stelle, che la circondano (com'il carro la tramontana) con altre stelle, che con esse vanno intorno al Polo girandole lontano circa trenta gradi, & fa suo curso in 24. hore, & è di tanta belezza, che non mi pare ad alcuno segno celeste douerla comparare. come nella forma qui di sotto appare.»

---

(1) Humboldt, *Cosmos*, trad. de Galuski, t. II, Paris, 1866, p. 353; Allen, *Star-names and their meanings*, Nova lorque, 1899, p. 188; C. Flammarion, *Les étoiles*, Paris, 1882, p. 562.

(2) Ramusio, *Navigationi et viaggi*, vol. I, Veneza, 1558, fl. 177v. Existe um exemplar na Biblioteca Nacional de Lisboa.

(3) As duas *nugolette* são as «Nuvens de Magalhães».

(4) É a γ *Hydri*.

Não há dúvida que a *croce marauigliosa*, que Corsali acha de tanta beleza, é o Cruzeiro do Sul, cujo Pé distava do pólo, em 1500, cerca de 30 graus. Corsali, porém, ia num navio português e foram os nossos marinheiros que lhe mostraram a *maravilhosa cruz*, que eles há muito conheciam, pois que já em 1500 fala dela o físico Mestre João a D. Manuel, como veremos.

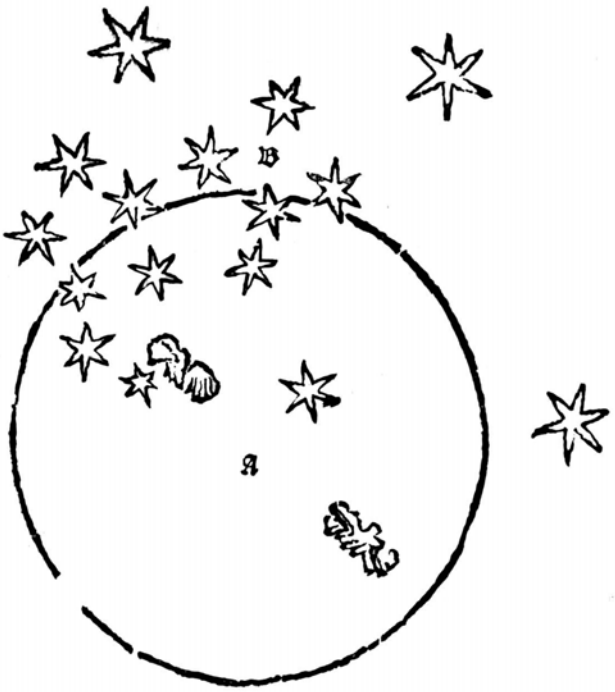

FIG. 45 — *A*, pólo antárctico; *B*, Cruzeiro.

Em vez duma simples referência a esta constelação, temos em português uma exposição completa do uso náutico do Cruzeiro, escrita em 1514 pelo piloto João de Lisboa, resultado de estudos anteriores, por ele feitos com outro piloto nosso, Pêro Anes, em Cochim, na mesma cidade donde Corsali escreveu. No *Livro de Marinharia* publicado por J. I. de Brito Rebelo, Lisboa, 1903, encontra-se (p. 20) o *Tratado da Agulha de marear achado por João de llixboa. ho ano de 1514*. Depois de explicar no capítulo 4.° como pela Estrela do Norte se determina a declinação da agulha de marear, trata o piloto João de Lisboa da mesma determinação pelo Cruzeiro (p. 22):

«... determinei ffazer decraraçã do *cruzeiro* por ver mais largo synall que do que todos tem conhecimento: o qual por muitas vezes

pere anes que deus tẽ e eu espremẽtamos muitas vezes cõ ho norte e achamos estamdo ẽ parte que bẽ vimos ambos dos ditos synaes estã ẽ hũa linha cõ os pollos du mũdo: isto por hũa agulha estãdo ẽ cochim e por este *cruzeiro* ser *o mais manifesto synall dos naveguamtes* e ẽ elle nã aver nhũ embaraço: determiney de sobre elle fazer operaçã per a agulha que se faz ao norte» (1).

João de Lisboa foi para a Índia, pela segunda ou terceira vez, em 1506, na frota de dezasseis navios comandada por Tristão da Cunha. Entende Brito Rebelo que foi durante o tempo, que esta ocasião lhe proporcionou de se achar em Cochim, que ele procedeu aos estudos a que acima se refere. Pêro Anes, piloto muito notável, fora nomeado por D. Manuel, em 1503, patrão da navegação da Índia e mar-oceano. Os dois pilotos, segundo Brito Rebelo, teriam tomado parte na expedição de Vasco da Gama em 1497.

Em Cochim, numa latitude boreal de 10°, podiam observar não só a Estrela do Norte mas também o Cruzeiro do Sul, cujo Pé, na sua culminação, aí se elevava então a uma altura de 20° sobre o horizonte. Vem em seguida a descrição da constelação:

«sabereis que neste cruzeiro do sull andam çinquo estrellas as quatro delas sã gramdes da — 2.ª — gramdeza e hũa da — 5.ª — grãdeza: esta he morteficada ẽ respeito das outras e esta ffegura do cruzeiro conheceras por hũa estrella (2) plaina que pera iso fis na qual asynei as ditas estrelas na llatitude que tinhã dos pollos e asy as caratulas dos synaes segundo são affigurados.»

As quatro estrelas principais que formam a cruz eram, pois, classificadas como de 2.ª grandeza; a quinta estrela, «mortificada em

(1) O trecho transcrito tem no manuscrito de João de Lisboa várias deficiências; depois de corrigido à luz de outras cópias do *Tratado da Agulha*, a redacção de todo o passo deverá ficar como segue: «... determinei fazer declaração sobre o Cruzeiro, por ser mais claro sinal de que todos têm conhecimento; o qual por muitas vezes Pêro Anes, que Deus tem, e eu experimentámos muitas vezes com o norte, e [os] achamos, estando em parte que bens víamos ambos os ditos sinais, em uma linha com os pólos do mundo, isto por uma agulha, estando em Cochim. E por este Cruzeiro ser o mais manifesto sinal dos navegantes e em ele não haver nenhum embaraço, determinei de sobre ele fazer declaração, como fiz do norte.» (Nota do editor.)

(2) Aliás, «*hũa espera plaina*, como se lê correctamente adeante no *regimento do cruzeiro do sul*, onde desenvolve o que diz aqui em sustância e onde se vêem as respectivas figuras.» (Nota de Brito Rebelo.)

respeito das outras» é a que hoje se designa pela letra *ε*. As suas distâncias polares vê-se que são já sabidas.

Em seguida explica-se (p. 23) o modo de medir o nordestear ou noroestear da agulha, borneando ao pé do Cruzeiro:

«... emtã bornearas pelos ferros do semeçircollo ao *pee do cruzeiro* atee que seja metido pela abertura emtã veras homde apomta a froll de

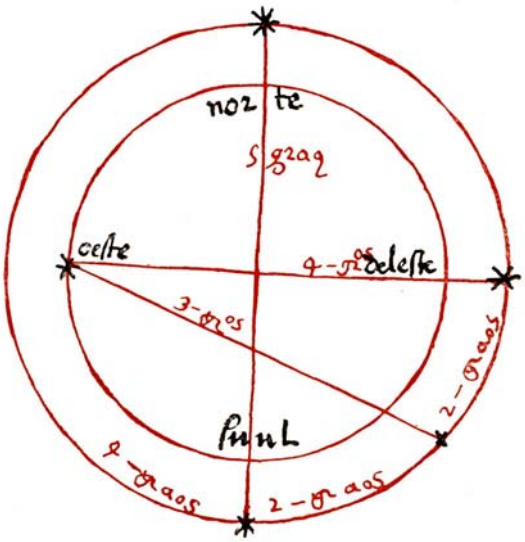

FIG. 46

llis dagulha pelas quartas que vão ao llomguo da caixa e homde apomtar aquela e a defferemça de tua agulha e asy veras ho afastamẽto se he pera ho oriente ou pera oçidemte.»

Adiante (p. 37) é este mesmo assunto desenvolvido sob a epígrafe *Regimẽto do Cruzeiro do sull*. Como já aqui se subentende, expressamente se declara aí que o Cruzeiro é observado quando estiver direito e «estee a estrela da cabeça cõ ha do pee ẽ hũa llinha prepẽdecular». Nesta posição, em que o Pé está no meridiano, pode não só fazer-se a operação com a agulha, mas também determinar-se a latitude do lugar, tomando a altura desta estrela, cuja distância polar sabida era de 30°. Estando-se no equador, o pólo fica no horizonte e a altura meridiana do Pé era de 30°; ao sul a altura era de 30° mais a elevação do pólo antárctico;

ao norte do equador era menor que 30°. Daí a regra simples que transcrevemos, com a figura respectiva:

«It. has de saber que quãdo tomares este *cruzeiro do sull* halo de tomar quãdo esteuer ẽpinado que fiser esta feição e tomaras a estrella do pee e olharas bẽ que estẽ norte sul hũa com a outra e lleste oeste os braços e olhares bẽ quamtos graos toomas e se tomares — 30 — graos estaas na linha e se tomares menos de — 30 — graos: aquillo que menos for de — 30 — estaras afastado pera a parte do norte. E se tomares mais de — 30 — tudo o que mais tomares estaras pera a parte do sul quer sejã pouquos quer muitos.» (*Livro de Marinharia*, p. 39).

A constelação era também aproveitada para marcar as horas da noite, como a *Buzina* no norte:

«It. ffim de ffevereiro meia noite na Cabeça: E daly de — 15 — ẽ — 15 — dias hũa ora: asy como na comta do norte: começando no sul pera a bamda do sudueste e he espermẽtada.» (*Livro de Marinharia*, p. 39).

Podemos assim desenhar uma figura, semelhante à que fizemos para a Ursa menor, que indique as posições ocupadas pelo *Cruzeiro* à meia-noite, de quinze em quinze dias, no decorrer do ano (fig. 47). A haste da cruz servia assim de ponteiro para marcar as horas da noite, como no norte a linha da Estrela Polar para a Guarda dianteira.

Para se compreenderem as designações das posições e movimentos das estrelas por meio dos rumos, deve supor-se no pólo celeste uma rosa, como a da agulha, com o norte para cima e a linha norte-sul vertical. A linha leste-oeste fica horizontal; a designação *leste* da rosa indica o lado direito, e *oeste* o esquerdo, para o observador colocado na Terra e olhando para o pólo (1).

Do que vimos dizendo se conclui que o precioso códice do século XVI, pertencente à livraria dos duques de Palmela (2) e que faz objecto do *Livro de Marinharia*, nos permite contrapor à simples referência

(1) Na figura relativa à Ursa menor do nosso anterior capítulo (fig. 27), as designações *direito* e *esquerdo* referem-se a um homem colocado no pólo celeste e olhando para a Terra.

(2) Pertence hoje (Novembro de 1971) à Biblioteca Nacional de Lisboa. (Nota do editor.)

de Corsali ao Cruzeiro do Sul, na sua carta de 1515, o *Tratado da Agulha* do piloto português João de Lisboa, com data de 1514, resultado

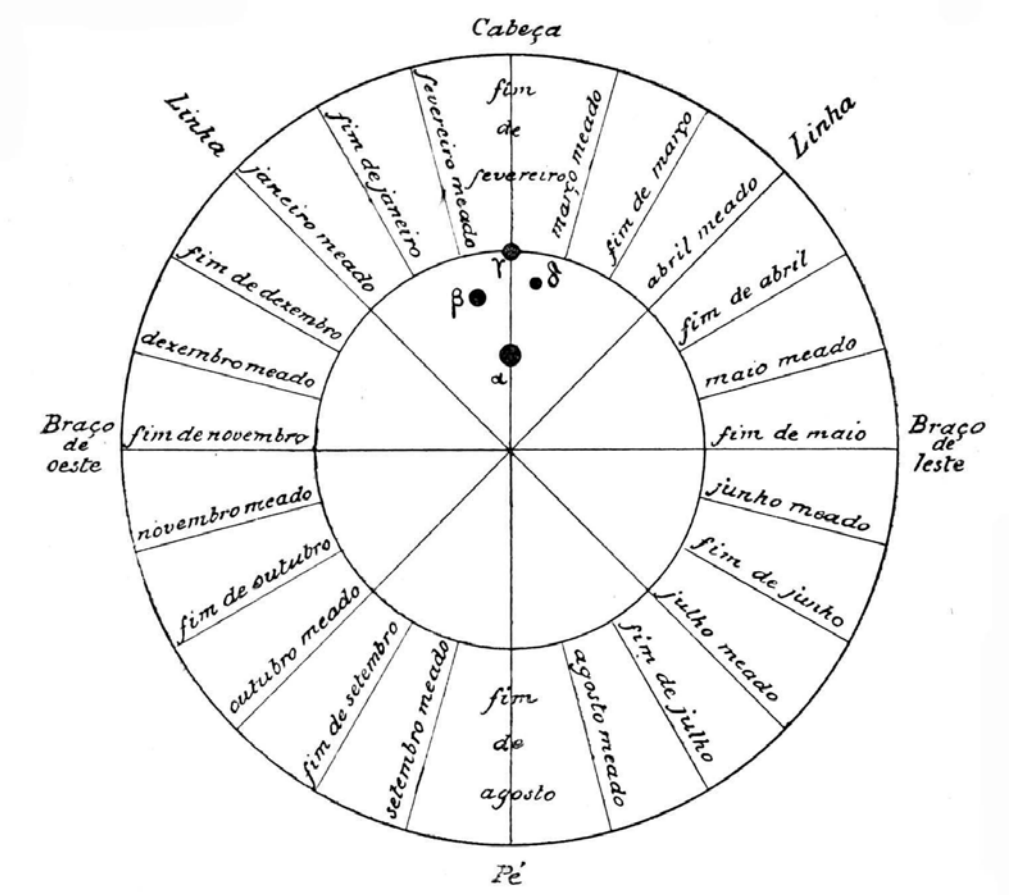

FIG. 47

de estudos feitos em Cochim com Pêro Anes oito anos antes, em que se mostra já o conhecimento completo do valor náutico da nova constelação.

Mas há mais. Na carta escrita de Vera Cruz em 1 de Maio de 1500 a D. Manuel, que já noutro lugar citámos (p. 161), o piloto Mestre João (1), depois de contar como em 27 de Abril descera em terra com mais

(1) «Para não abrir um novo additamento, não parecerá inteiramente fora de proposito o intercalar aqui a noticia de um outro astrologo do tempo de D. Manuel, que, como é notorio, tambem cultivava com amor esta sciencia. Chamava-se elle Joam Faras, physico de el-rei, e d'elle existe na Real Bibliotheca

dois pilotos e achara pelo astrolábio que estavam numa latitude sul de 17 graus, fala dos seus trabalhos sobre as estrelas austrais: «solamente mando a vosa alteza como estan situadas las estrellas del, pero en que grado esta cada una non lo he podido saber, antes me paresçe ser imposible en la mar tomarse altura de ninguna estrella porque yo trabaje mucho en eso e por poco que el nauio enbalançe se yerran quatro, o çinco grados, de guisa que se non puede fazer synon en terra». No corpo da carta reserva um espaço para fazer um esboço das constelações austrais, de que damos junto o fac-símile (1), e escreve ao lado:

«tornando señor al proposito estas guardas nunca se esconden antes syenpre andan en derredor sobre el orizonte, e aun esto dudoso que non se qual de aquellas dos mas baxas sea el polo antartyco, e estas estrellas principalmente las de *la crus* son grandes casy como las del carro, e la estrella del polo antartyco, o sul es pequena como la del norte e muy clara, e la estrella que esta en riba de toda la crus es mucho pequena.»

Aqui temos, pois, o Cruzeiro do Sul designado já com o nome de *Cruz*. As estrelas da constelação são grandes «casy como las del carro» e, com efeito, no século XVI foram as estrelas do Cruzeiro classificadas de 2.ª grandeza, como as da Ursa maior. No esquema estelar o Cruzeiro está, evidentemente, na parte superior, junto da rubrica «las guardas». As guardas são as duas estrelas *(α, γ Crucis)* que apontam na direcção do pólo sul, como na do pólo norte apontam as Guardas da Ursa maior. Diz mestre João que estas guardas nunca se escondem, antes sempre andam em derredor sobre o horizonte; naquela latitude e época do ano o Cruzeiro andava, na verdade, toda a noite acima do horizonte. A palavra *bosya* mostra que ele formava junto do pólo antárctico uma *Buzina*,

---

d'Ajuda uma tradução em espanhol da Geographia de Pomponio Mela... O titulo, no alto do primeiro fólio, em letras encarnadas, é do teor seguinte: *Lla geografia j cosmografia de Pomponio Mela cosmografo, pasada de latin em romance per maestre Joan Faras bachiller ẽ artes e em medeçina fisico j sororgiano del muy alto rey de Portugal Dom Manoel*. ...Não encontramos registado o nome de João Faras. Será acaso o mesmo mestre João, que acompanhou Pedro Alvares Cabral» (Sousa Viterbo, *Trabalhos nauticos dos portugueses*, parte II, pp. 285-286). [A identificação dos dois personagens parece hoje muito provável; vide Joaquim Barradas de Carvalho, *As Fontes de Duarte Pacheco Pereira no 'Esmeraldo de Situ orbis'*, pp. 86-90, São Paulo, 1968. (Nota do editor).]

(1) Este fac-símile é reproduzido da obra *Centenario do descobrimento da America*, Memorias da Comissão portugueza, Lisboa, 1892, p. 61. A carta original pode ver-se no Arquivo Nacional da Torre do Tombo, Corpo Cron., parte 3.ª, maço 2, doc. n.º 2

como no norte. As três pequeninas estrelas muito juntas, que se vêem sobre a última letra desta palavra, são do Pássaro da Índia *(β, γ, δ Apodis)*. O losango que se eleva sobre o artigo *la* é formado pelas três do Triângulo *(α, β, γ Trianguli)* com a *α Centauri*.

Vê-se, pois, que em 1500 havia já um grupo de estrelas a que os nossos marinheiros chamavam a *Cruz*. Mestre João fala dele a D. Manuel

FIG. 48

como de uma constelação já conhecida. Do esquema das estrelas e do texto da carta resulta, evidentemente, que se trata do Cruzeiro do Sul.

A carta de Corsali de 1515, com o seu tão confuso esboço, deixa, pois, de ser o documento mais antigo em que a Cruz do Sul se menciona. A prioridade pertence à carta de mestre João, de 1 de Maio de 1500. Anterior à referência de Corsali é também o *Tratado da Agulha* do piloto João de Lisboa. Não foi, pois, Corsali, que ia em serviço de D. Manuel, quem mostrou aos nossos marinheiros aquela constelação; foram os nossos que lhe indicaram a *cruz* que tanto o maravilhou.

Resta-nos examinar uma passagem, muito citada, de uma das cartas de Américo Vespúcio, na qual ele fala de uma constelação em forma de uma *mandorla*, que se tem suposto ser o Cruzeiro do Sul. A *mandorla* (1) seria imaginada por Vespúcio ligando as quatro estrelas

(1) Esta palavra, cuja tradução literal é *amêndoa*, é usada na arte italiana para designar o resplendor oblongo que cerca o corpo dos santos subindo ao céu.

por duas linhas divergindo do pé do Cruzeiro para os extremos dos braços e convergindo depois no topo da cruz. O exame das cartas leva, porém, a concluir que se não trata desta constelação, mas de um outro grupo de quatro estrelas.

Na obra de Bandini, *Vita e lettere di Amerigo Vespucci*, Florença, 1745, encontra-se, depois das quatro cartas em que Vespúcio narra as suas duas primeiras viagens, feitas ao serviço do rei de Castela, e as duas seguintes, feitas ao serviço do rei português D. Manuel, uma outra carta (1) dirigida a Lorenzo de' Medici, em que lhe conta a sua segunda viagem. Nesta carta, escrita de Sevilha com data de 18 de Julho de 1500, lê-se o seguinte (pp. 69 e 70):

«... e come desideroso, d'essere autore, che segnassi la stella del Firmamento dell'altro polo, perdei molte volte il sonno di notte in cotemplare il movimento delle stelle dell'altro polo, per segnar quanto di esse tenessi *minor movimento*, e che fussi più presso al Firmamento, e non potetti con quante male notti ebbi, e con quanti strumenti usai, che fu il quadrante, e l'astrolabio. Non segnai stella, che tenessi men che dieci gradi di movimento all'intorno del movimento, dimodochè non restai satisfatto in me medesimo di nominar nessuna, essendo il polo del meridiono (2) a causa del gran circolo, che facevano intorno al Firmamento: e mentre che in questo andavo, mi ricordai di un detto del nostro Poeta Dante, del quale fa menzione nel primo Capitolo del Purgatorio, quando finge di salire di questo emisperio, e trovarsi nell altro, che volendo descriver il polo Antartico dice:

Io mi volsi a man destra, e posi mente
All'altro polo, e vidi quattro stelle
Non viste mai, fuor che alla prima gente:
Goder pareva il Ciel di lor fiamelle,
O settentrional vedovo sito,
Poichè privato sei di mirar quelle.

(1) O título da carta é: Lettera di Americo Vespucci indirizzata a Lorenzo di Pierfrancesco de' Medici, che contiene un' esatta descrizione del suo secondo Viaggio fatto per i Re di Spagna, ora per la prima volta data alla luce. A obra de Bandini existe na Biblioteca da Universidade de Coimbra.

(2) *Polo del meridiono* é o pólo sul.

«Che scondo me mi pare, che il Poeta in questi versi voglia descrivere per le quattro stelle il polo dell'altro Firmamento, e non mi diffidi fino a quì, che quello, che dice non salga verità; perchè io nottai quattro stelle figurati come una *mandorla*, che tenevano *poco movimento*, e se Dio mi dá vita, e salute, spero presto tornare in quello emisperio, e non tornar sanza notare il polo» ([1]).

Vespúcio diz que, desejoso de ser ele o autor que primeiro assinalasse a estrela polar do sul, perdera muitas vezes o sono da noite, observando as estrelas mais próximas do pólo, as quais, descrevendo círculos diurnos de pequeno raio, se movem mais lentamente. Sublinhamos as palavras *minor movimento*, por ser esta a circunstância por ele notada com especial cuidado, como resulta da leitura do trecho. Apesar de tantas noites passadas a enfiar os astros pelas pínulas do astrolábio e do quadrante, não lhe foi possível assinalar estrela com menos de 10 graus de distância polar. Não pôde, pois, nomear estrela alguma que marcasse o pólo sul.

Enquanto nisto andava, recordou-se da passagem do *Purgatório*, em que Dante, olhando para o pólo sul, vê quatro estrelas, e verificou a verdade com que o poeta se exprime, porque notou quatro estrelas fazendo a figura de uma *mandorla*, as quais tinham *pouco* movimento.

Que estrelas formavam esta *mandorla*? Vespúcio apenas nos diz que elas tinham pouco movimento, o que quer dizer que eram das que ele pôde observar mais próximas do pólo. Não se lhes pode, pois, atribuir distância polar muito superior a 10 graus. Não se trata das estrelas do Cruzeiro, que em 1500 se estendiam entre 30 e 36 graus de distância do pólo, descrevendo os seus círculos diurnos com uma velocidade superior a metade da das estrelas equatoriais, que são as de

([1]) Humboldt, na sua *Histoire de la Géographie du Nouveau Continent*, t. IV, p. 319, dá conta de parte deste trecho nos seguintes termos: «Tandis que j'étais occupé, dit Vespuce, à chercher vainement une étoile polaire du sud, je me rappelai des paroles *(de un detto)* de notre poète le Dante, qui dans le premier *chapitre du Purgatoire*, en feignant de sortir d'un hemisphère pour entrer dans l'autre, veut décrire ce pôle antarctique et chante: *Io mi volsi a man destra e posi mente*... Il me paraît à moi que dans ses vers le poète a eu l'intention de décrire par les quatre étoiles le pôle de l'autre firmament et jusqu'ici je n'ai aucun doute que celà ne soit ainsi, parce qu'en effet je vis quatre étoiles qui figuraient (ensemble) *una mandorla*, et avaient peu (!) de mouvement». O ponto de admiração depois da palavra «peu» é posto por Humboldt, que, inclinando-se a crer que se trata aqui das estrelas do Cruzeiro, encontra este advérbio a contrariar a sua opinião.

velocidade máxima (1). Vespúcio não podia classificar como de *pouco* movimento estrelas já tão distantes do pólo, e não se pode admitir menos cuidado numa circunstância que lhe merecia especial atenção.

Em nova carta, dirigida ao mesmo Lorenzo de Medici no fim de 1502, para lhe narrar a sua terceira viagem, descreve Vespúcio as constelações austrais. De novo fala de um grupo de quatro estrelas junto do pólo:

«Il polo Antartico non ha l'Orse maggiore, nè minore, siccome si può vedere nel nostro polo Artico, nè lo toccano alcune stelle, che risplendano, ma quelle che lo circondano sono quattro, che hanno forma di quadrangolo. E mentre queste nascono, si vede dalla parte sinistra un Canopo risplendente di notabile grandezza» (Bandini, p. 114.)

O astrónomo Ideler, que Humboldt consultou a respeito das observações estelares contidas nesta carta, vê-se embaraçado com este quadrângulo, pois diz:

«L'observation que le pôle austral n'est environné d'aucune étoile marquante, est exacte, mais quelles sont ces quatre étoiles peu éclatantes *che circondano il polo antartico e hanno forma di quadrangolo?* Serait-ce le petit carré d'étoiles de cinquième et sixième grandeur, que Bode a placé dans ses cartes, d'après les observations de La Caille, et dans lequel, de notre temps, se trouve effectivement le pôle même? J'en doute, à cause de ce que suit: *E mentre queste nascono si vede dalle parte sinistra un Canopo resplendente*. Ces rapports de lever et de coucher ne cadrent pas avec la supposition que je viens d'énoncer» (2).

Depois descreve Vespúcio um grupo de três estrelas, que Ideler identifica com α, β, γ *Hydri*, e em seguida um de seis:

«Dopo questo seguono sei altre lucenti stelle, le quali di splendore avanzano tutte l'altre, che sono nell'ottava sfera; delle quali quella, che

(1) A relação da velocidade do movimento diurno de uma estrela para a das estrelas equatoriais é dada pelo seno da sua distância polar. Essa relação é de ½ para a α do Cruzeiro, por ser sen 30º = ½; para as outras é maior.

(2) Humboldt, *Histoire de la Géographie du Nouveau Continent*, t. V, p. 227.

è nel mezzo nella superficie della detta sfera, ha misura di circunferenza gradi trentadue. Dopo queste figure seguita un gran Canopo, ma fosco, le quali tutte si veggono nella via lattea.»

Este grupo de seis estrelas é assim explicado por Ideler:

«Je crois reconnaître dans ces six plus brillantes étoiles *α* et *β* des pieds du Centaure et les quatre étoiles de la Croix du Sud, parce que: 1° elles se trouvent toutes dans la Voie lactée; 2° parce que l'étoile du milieu (*β* de la Croix) est vraiment aujourd'hui éloignée de 31° ¼ du pôle austral (c'est une *misura di circonferenza*); 3° parce que les six étoiles sont accompagnées d'un Canopus obscur qui est le second *Coalbag* ou sac de charbon. Si mes explications et mes conjectures ne sont pas hasardées, il en résulte que Vespuce, dans sa lettre à Médicis, fait déjà mention des deux Nuages de Magellan et des deux *Coalbags*; mais qu'il ne donne encore aucun nom particulier aux constellations de l'autre hémisphère. Il ne connaît *pas même le nom de la Croix du Sud*.»

Deve, pois, concluir-se, com Ideler, que Vespúcio, no fim do ano 1502, não conhecia ainda o nome do Cruzeiro do Sul nem isolava as suas estrelas numa constelação, separada, visto que as juntava com as duas principais do Centauro num grupo de seis, o que confirma a nossa opinião de que na carta anterior, de 18 de Julho de 1500, ele se não refere ao Cruzeiro, quando fala da sua *mandorla* (1).

Pelo contrário, não pode haver dúvida que a ele se refere nìtidamente o piloto Mestre João na sua carta de 1 de Maio de 1500, designando-o já com o nome de Cruz. Esta carta e o *Tratado da Agulha* de João de Lisboa, de 1514, no qual se mostra o conhecimento completo do seu uso náutico, são os documentos mais antigos em que se menciona o *Cruzeiro*.

---

(1) Tem-se também querido identificar com o Cruzeiro o *Thronon Caearis* de que fala Plínio (n. 23 — m. 81 d. C.) na sua *Hist. Nat.*, liv. II, cap. LXXI: «Septentriones non cernit Troglodytice, et confinis Aegyptus: nec Canopum Italia, et quem vocant Berenices crinem; item, quem sub divo Augusto cognominavere Caesaris thronon: insignes ibi stellas». A este respeito diz Humboldt: «On a dit, *sans le démontrer*, que la flatterie courtisanesque des savants alexandrins qui avaient changé l'étoile de Canopus en un *Ptolemaeon*, avait aussi rattaché, pour faire honneur à Auguste, les étoiles dont se compose la Croix du sud à un *Caesaris Thronon*, constamment invisible en Italie» (*Cosmos*, t. II, trad. de Galuski, Paris, 1886, p. 352). As estrelas do Cruzeiro estão incluídas no Centauro, sem formar constelação distinta, no catálogo de Ptolomeu, que se refere ao ano 137 ou 138 da nossa era.

O distinto astrónomo Frederico Oom, subdirector do Observatório Astronómico de Lisboa, que em 1907 foi a Lourenço Marques instalar o Observatório Campos Rodrigues e aí teve ocasião de observar, durante dezasseis meses, as constelações austrais, diz-nos que as pessoas que não têm um conhecimento seguro do Cruzeiro do Sul o confundem fàcilmente com o grupo de estrelas que os Portugueses chamam «Cruzeiro falso» e os Ingleses *False Cross*. As estrelas deste grupo — *ε*, *ι Carinae*, *δ*, *χ Velae* — reproduzem um aspecto muito parecido com o do verdadeiro Cruzeiro e é fácil a confusão em certas épocas do ano e sobretudo quando o verdadeiro se não vê. Com menos atenção, ou maior inexperiência, também podem fazer confusão, por terem aspectos caracterìsticamente cruciformes, duas outras combinações: *α*, *β*, *γ Trianguli*, *α Centauri*, ou *β*, *θ*, *υ*, *ω Carinae*. Estas observações mostram bem o erro que pode cometer-se quando se quer ver, numa simples referência a um grupo de quatro estrelas austrais, uma indicação segura do Cruzeiro.

Quando Vespúcio perdia o sono da noite, procurando descobrir uma estrela polar do sul, havia já meio século que de bordo das naus portuguesas se começara o estudo das constelações austrais. Na obra de Ramusio, *Navigationi et Viaggi*, encontra-se a narrativa, escrita por Luís de Cadamosto, das duas navegações por ele feitas em serviço do infante D. Henrique. A descrição das duas navegações, traduzida do italiano para português, foi publicada em 1812 pela Academia das Ciências de Lisboa. Para a primeira navegação partiu Cadamosto em Março de 1455, numa caravela nova de 45 toneladas que o Infante lhe mandou armar, da qual era patrão Vicente Dias, natural de Lagos, costeando a África até ao rio Gâmbia. De observações astronómicas, feitas na embocadura deste rio, trata Cadamosto no capítulo final da narrativa desta primeira viagem:

«Nos dias, que estivemos sobre a embocadura deste rio, não vimos mais que huma vez a estrella do Norte: aparecia muito baixa sobre o mar, e era necessario para a ver estar o tempo muito claro, parecendo levantada delle somente cousa de huma lança de altura. Tambem vimos sobre o mar seis estrellas claras, luzentes, e grandes, e tirando-lhe o lugar pela Bussola, vimo-las direitas ao Sul, figuradas por este modo
```
  *
 ****
  *
```
, e assim julgamos ser o Carro do Sul: mas a estrella principal não se via, nem era possivel vêlla senão perdendo de todo a do Norte. Neste lugar achamos a noute de onze horas e meia, e o dia de

doze e meia, estando em o principio de Julho, a dous do dito mez se não me engano» (1).

A disposição em cruz deste esboço de estrelas, como se vê na obra de Ramusio, não merece confiança. É naturalmente um arranjo que melhor conveio ao tipógrafo. O que se depreende do texto é que Cadamosto e os companheiros procuravam formar um Carro do Sul, como depois Mestre João uma Buzina Austral. As seis estrelas têm, pois, uma disposição análoga à da Ursa maior, devendo completar-se por uma sétima, mais próxima do pólo, que eles supunham poder ver-se, depois de perder de todo a do Norte. Estavam em 13° de latitude norte. Em 2 de Julho, no começo da noite, o Cruzeiro ia inclinado a 45° para o poente. Podiam vê-lo então sobre o mar, próximo ao seu ocaso. É possível que naquele grupo de seis estrelas entrassem as do Cruzeiro. O que é certo é que já neste ano de 1455 a tripulação de uma caravela portuguesa estuda com vivo interesse as estrelas do sul.

Podemos agora reconstituir a história do Cruzeiro. Ao passo que as descobertas se estendiam para o equador, os navegadores portugueses trataram de estudar as estrelas austrais em busca de constelações que indicassem o pólo, como no norte as Ursas. Em 1455, numa latitude de 13° ao norte, Cadamosto e os companheiros imaginam um Carro do Sul de que não vêem uma das estrelas, não duvidando, contudo, da sua existência. Em 1500, numa latitude sul de 17°, o físico Mestre João forma junto do pólo antárctico uma Buzina, cuja boca vem abrir-se no actual Triângulo; e fala ao rei D. Manuel da Cruz do Sul, em que duas estrelas apontam na direcção do pólo, como de constelação conhecida. É assim natural que os pilotos da expedição de Vasco da Gama tivessem já conhecimento dela. João de Lisboa, que parece ter sido um desses pilotos, estuda em Cochim, por 1506, com Pêro Anes, a constelação do Cruzeiro e no seu *Tratado da Agulha*, de 1514, ensina a determinar por ele o desvio da agulha, a latitude do lugar e as horas da noite, ficando assim completamente resolvido o problema que vinha sendo posto há tantos anos. As referências de Corsali e Pigafetta são posteriores.

---

(1) Transcrevemos da tradução portuguesa, contida na *Colecção de Notícias para a História e Geografia das Nações Ultramarinas*, publicada pela Academia das Ciências, t. II, n.° 1, Lisboa, 1812, p. 57. É a estas observações de Cadamosto que no capítulo anterior (pp. 155 e 156) nos queremos referir. Demo-las, porém, como feitas na segunda navegação. Fica assim rectificado esse engano.

A estância, pois, que estamos comentando, em que Vasco da Gama chama ao Cruzeiro «nova estrela, não vista de outra gente», exprime esta verdade: a nova constelação foi primeiro assinalada na esfera celeste pelos Portugueses como a mais adequada para as navegações austrais. Que o Cruzeiro do Sul era uma constelação bem portuguesa devia ser tradição ainda viva no tempo de Camões.

2. *Os antárcticos frios e os ardores equatoriais*. — Em continuação da passagem, atrás citada (p. 190), em que Pedro Nunes diz que os Portugueses, entrando sem receio pelo oceano, descobriram novas terras, novos mares e, o que mais é, novo céu e novas estrelas, acrescenta:

«E perderanlhe tanto o medo: que nem *ha grande quentura da torrada zona*: nem o *descompassado frio da extrema parte do sul:* com que os antigos scriptores nos ameaçauam lhes pode estoruar: que perdendo a estrella do norte: & tornandoa a cobrar: descobrindo & passando ho temeroso cabo de Boa esperança: ho mar de Ethiopia: de Arabia: de Persia: poderam chegar a Jndia. Passaram o rio Ganges tam nomeado a grãde Trapobana: & as ilhas mais orientais.»

Esta firmeza de ânimo perante os ardores equatoriais e os frios antárcticos também o poeta enaltece em VIII, 67:

Porque se eu de rapinas so viuesse
Vndiuago, ou da patria desterrado,
Como cres que tão longe me viesse,
Buscar assento incognito & apartado?
Porque esperanças, ou porque interesse,
Viria esprimentando o mar yrado,
Os Antarticos frios, & os ardores
Que sofrem do Carneyro os moradores?

O receio da grande quentura da zona tórrida, com que os antigos escritores ameaçavam quem ousasse aproximar-se dela, era uma das causas principais das murmurações que contra o descobrimento da Guiné faziam, segundo João de Barros, não sòmente os mareantes, mas ainda outras pessoas de mais qualidade (*Década I*, liv. I, cap. IV):

«Cá segundo os antigos escreuerã das partes do mundo, todos afirmã q̃ esta per que o sol anda a que elles chamam torrida zona, nam é

habitada. Ora onde o jnfante manda descobrir, é já tanto dentro do feruor do sol, que de brancos que os homeẽs sam, se lá for alguũ de nos, ficará (se escapar) tam negro como sam os Guineus vesinhos a esta quentura.»

Já vimos no capítulo VII (p. 129) como no texto de Sacrobosco se afirma a inabitabilidade da zona tórrida e das zonas glaciais, comentando o tradutor Pedro Nunes, em anotação, que «as navegações dos Portugueses nos amostraram que não há terra tão destemperada por quente nem por fria em que não haja homens».

É este feito de ousadia perante os terrores com que a ciência do tempo os ameaçava, e cuja falsidade os Portugueses acabaram por mostrar, que o poeta celebra na estância transcrita. Pròpriamente quando Vasco da Gama partiu para a sua viagem já aqueles terrores estavam dissipados, mas, na sua fala ao Samorim, devemos considerar a figura do Gama como a personificação de toda essa sucessão de navegadores, que ele continua, os quais

> *Crescendo cos successos bons primeyros*
> *No peyto as ousadias, descobrirão*
> *Pouco & pouco caminhos estrangeyros,*
> *Que hũs succedendo aos outros proseguirão:*
> (VIII, 72).

Os frios do sul faziam particularmente sentir-se. Descrevendo como alcançam as honras imortais os que são de fama amigos, não esquece o poeta que uma das duras provas se experimenta

> *Vencendo os torpes frios no regaço*
> *Do Sul, & regiões de abrigo nuas,*
> (VI, 97).

A explicação que Camões dá do maior rigor do frio no hemisfério austral, por falta de abrigo da parte do pólo, é a que se encontra na *Ásia* de João de Barros, na descrição da viagem de Fernão de Magalhães ao longo da costa sul-americana, em busca de passagem para o *mar de Ponente* (*Década III*, liv. V, cap. IX):

«Seguindo seu descobrimento, chegarão a dous de abril do anno de quinhentos & vinte, a hum rio a que chamarão de são Julião, que

está em cincoenta graus: & isto já com tantas tormẽtas & frios, que os mareantes não podiam marear as velas. Porque naquellas partes o inverno, em proporção de clima (1) he mais frio, que da parte do Norte: assi por razão do auge do sol, como querem os astronomos, como por ser *desabrigado* de terra firme da parte do polo.»

Hoje é conhecido o regime de correntes atmosféricas e marítimas do Atlântico, que, na sua parte sul, comunica com o oceano Glacial Antárctico, por todo o largo espaço que vai desde o cabo Horn ao cabo das Agulhas. A corrente do Brasil, inflectindo-se para leste, arrasta consigo as águas frias da corrente do cabo Horn, que dirige sobre a costa africana. Ao longo do costa da Patagónia vem do sul a corrente fria de Falkland.

A viagem de Magalhães é o último feito cantado em *Os Lusíadas*:

Ao longo desta costa que tereis
Yrâ buscando a parte mais remota
O Magalhães, no feito com verdade
Portugues, porem não na lealdade.

Desque passar a via mais que mea,
Que ao Antartico polo vay da linha,
Dhũa estatura quasi Gigantea
Homẽs verâ, da terra ali vizinha:
E mais auante o estreito, que se arrea
Co nome delle agora, o qual caminha
Pera outro mar, & terra que fica onde
Com suas frias asas o Austro a esconde.
(X, 140 e 141).

Foi da terra vizinha àquele rio de S. Julião, situado por 50° de latitude austral, a mais de meia distância, portanto, do equador ao pólo antárctico, que vieram os homens de estatura gigantesca, a que Magalhães deu o nome de Patagões.

Fernão de Magalhães deixou o seu nome ligado ao estreito por ele descoberto. Na esfera celeste o seu nome se juntou ainda às nuvens

(1) *Em proporção de clima* — quer dizer: em proporção da latitude. Este trecho foi transcrito da edição de Lisboa, 1628.

estelares que brilham no hemisfério austral. Também o feito do Gama merecia ser comemorado entre as estrelas, como diz Camões, quando descreve a partida de Belém:

Pellas prayas vestidos os soldados
De varias cores vem, & varias artes,
E não menos de esforço aparelhados
Pera buscar do mundo nouas partes:
Nas fortes naos os ventos sossegados
Ondeão os aerios estandartes,
Ellas prometem vendo os mares largos
De ser no Olimpo estrelas como a de Argos.
(IV. 85).

Os astrónomos não se lembraram de fazer à armada do Gama tão merecida consagração. A heróica empresa terá, porém, fama imorredoira nos versos do poeta, a quem foi dada «uma furia grande e sonorosa», para cantar as glórias da sua pátria.

X

A ASTRONOMIA EM DANTE E CAMÕES

1. *A máquina do Mundo.* — No estudo que fizemos no anterior capítulo a propósito da estância V, 14, mostrámos que Camões celebra nela este facto, que revela o saber náutico dos pilotos portugueses na época dos descobrimentos: foram eles que, procurando na esfera celeste, desde o meado do século XV, um asterismo que lhes servisse de guia, como no norte a *Buzina* acabaram por descobrir, na região do Centauro, um grupo de estrelas apropriado àquele uso náutico, isolando-o numa constelação distinta, a que deram o nome de Cruzeiro do Sul. O reconhecimento da origem portuguesa desta constelação tem sido retardado pela opinião, até há poucos anos geralmente aceita, que identificava com o Cruzeiro as quatro estrelas que Dante (n. 1265, m. 1321) põe junto do pólo antárctico, nos cantos I e VIII de *O Purgatório*. Os trabalhos, porém, de astronomia dantesca que ùltimamente publicaram, em Itália, Rizzacasa de Orsogna e F. Angelitti, vieram provar cabalmente a falsidade de tal opinião. Vamos indicar o caminho por eles seguido, o que nos leva à análise das ideias astronómicas de Dante, complemento indispensável a este nosso estudo de astronomia camoniana (1).

Camões aliava ao seu engenho poético uma vasta erudição, como Dante juntava ao seu génio poético um profundo saber. Ambos tinham sólidos conhecimentos de astronomia, que Camões revela em *Os Lusíadas*

---

(1) Neste capítulo tentamos fazer um resumo do genial estudo, *Sugli acceni danteschi*..., a que já nos referimos, do ilustre director do Observatório de Palermo, F. Angelitti. Pondo de parte as fórmulas e cálculos minuciosos que o acompanham, limitamo-nos apenas a considerações geométricas elementares. Os admiradores de Dante e de Camões, a quem os cálculos astronómicos não sejam familiares, poderão assim fazer uma ideia aproximada de tão formoso estudo, publicado na *Rivista di Astronomia*, Turim, anos de 1912 e 1913.

e Dante manifesta nas suas poesias e nas suas obras em prosa, particularmente em *Il Convito*.

A concepção do sistema do Mundo de Camões difere nalguns pontos da de Dante, que escreveu no alvorecer do século XIV. Em *Il Convito* (trat. II, cap. III) explica Dante que Aristóteles supusera haver apenas oito céus — os sete céus dos sete planetas, envolvidos pela esfera das estrelas fixas —, seguindo nisto os antigos astrónomos dum tempo de observações mais grosseiras, em que nas estrelas se notava apenas a revolução diurna; mas Ptolomeu, sabendo já que a oitava esfera tinha, além do movimento diurno de oriente para ocidente em torno da linha dos pólos do equador, um movimento lento em sentido contrário em torno da linha dos pólos da eclíptica, descoberto por Hiparco, acrescentara um novo céu por fora do céu estrelado. Este nono céu, chamado cristalino ou primeiro móbil, era a esfera propulsora do movimento diurno que arrastava consigo todos os céus interiores numa volta completa em quase 24 horas, isto é, em 23 horas e $^{14}/_{15}$ duma hora, como Dante diz (1); o movimento lento, que hoje chamamos de precessão dos equinócios, ficou sendo considerado como próprio da oitava esfera. A situação dos diferentes céus é em seguida (trat. II, cap. IV) assim descrita:

«Ed è l'ordine del sito questo, che 'l primo che numerano è quello dov' è la luna: lo secondo è quello dov' è Mercurio: lo terzo è quello dov' è Marte: lo sesto è quello dov' è Giove: lo sentmo è quello dov' è Saturno: l'ottavo è quello delle Stelle: lo nono é quello che non è sensibile se non per questo movimento che è detto di sopra (2), lo quale chiamano molti cristallino, cioè diafano, ovvero tutto transparente. Veramente, fuori di tutti questi, li cattolici pongono lo Cielo Empireo, che tanto vuol dire, quanto cielo di fiamma ovvero luminoso; e pongono, esso essere immobile... E questo quieto e pacifico cielo è lo luogo di quella Somma Deità che sè sola compiutamente vede.»

Tal é a máquina do Mundo de Dante, formada pelos nove céus de Ptolomeu, movendo-se dentro do Empíreo católico.

---

(1) 1/15 de 1 hora equivale a 4 minutos. O dia sideral é menor que o dia solar médio 4 minutos, aproximadamente.

(2) O movimento diurno, de que falou no capítulo III.

Tendo-se, porém, julgado necessário, para explicar desigualdades que parecia haver no movimento da oitava esfera, atribuir-lhe um terceiro movimento, chamado de trepidação, teve de acrescentar-se mais uma esfera. O céu estrelado passou a ter, como próprio dele, o movimento trepidatório; para a nona esfera, ou céu cristalino, passou o movimento lento de ocidente para oriente, antes atribuído à oitava esfera; o décimo céu, novamente acrescentado, ficou sendo o primeiro móbil, propulsor da rotação diurna. É assim a máquina do Mundo, descrita por Camões no canto X, constituída por dez esferas, girando dentro do Empíreo imóvel.

O sistema de Dante concorda com o texto da *Sphaera* de Sacrobosco. Pedro Nunes, na sua tradução desta obra, corrige o texto original em anotações marginais, que deixámos transcritas no princípio do capítulo III; de acordo com estas anotações é feita a descrição de Camões.

Sacrobosco atribui à oitava esfera o andamento de 1 grau em 100 anos. Pedro Nunes anota que tal era a opinião de Ptolomeu, mas que os astrónomos acharam depois que este movimento de ocidente para oriente pertencia à nona esfera, e não era de 1 grau em 100 anos, mas de 1 grau e 28 minutos em 200 anos. Assim também diz Camões, em X, 86, que o nono céu anda

> *Tam lento, & sojugado a duro freyo,*
> *Que em quanto Phebo, de luz nunca escasso,*
> *Dozentos cursos faz, dâ elle hum passo.*

Dante segue, como Sacrobosco, a opinião de Ptolomeu, atribuindo à esfera estrelada o andamento de um grau por século. Assim o afirma expressamente em *Il Convito* (trat. II, cap. VI), quando, contando os movimentos do planeta Vénus, enumera três: primeiro, o do planeta no seu epiciclo; segundo, o do centro do epiciclo no deferente, que se completa num ano; terceiro, o comunicado a todo o céu de Vénus pela oitava esfera, Dante descreve assim os três movimentos:

«Uno, secondochè la stella si muove verso lo suo epiciclo; l'altro, secondochè lo epiciclo si muove con tutto il cielo ugualmente con quello del sole; il terzo, secondochè tutto quel cielo si muove, *seguendo il movimento della stellata spera*, da occidente in oriente, *in cento anni uno grado.* Sicchè a questi tre movimenti sono tre movitori.»

Dante não adopta, pois, para a oitava esfera, o andamento proposto pelos astrónomos afonsinos, extremamente lento, de 1 grau e 28 minutos em 200 anos, ou duma volta completa em 49 000 anos, que encontramos em Camões; nem o andamento muito mais rápido, de 1 grau em cada 66 anos, ou duma volta completa em 23 760 anos, que Albaténio deduzira, comparando as suas observações das estrelas Antares, Coração do Leão e Sírio com as feitas por Menelao; seguindo, porém, Ptolomeu, adopta o movimento de 1 grau em 100 anos, ou duma volta completa em 36 000 anos, valor que é quase a média aritmética daqueles números 49 000 e 23 760.

O poeta vinha enumerando os diferentes movimentos a considerar na esfera de Vénus, que é a terceira, para contar os seus agentes motores, já por ele definidos no precedente capítulo (trat. II, cap. V) de *Il Convito*:

«É adunque da sapere primamente, che li movitori di quello (terzo cielo) sono sustanze separate da materia, cioè intelligenze, le quali la volgare gente chiama angeli.»

Os movimentos do terceiro, bem como de todos os outros céus, são dirigidos por criaturas espirituais, puras inteligências, a que a gente vulgar chama anjos. Estas criaturas angélicas repartem-se por três categorias e cada categoria compreende três ordens, havendo assim nove ordens, correspondentes aos nove céus. A primeira categoria é formada pelos Anjos, Arcanjos e Tronos, que, respectivamente, fazem mover os céus da Lua, de Mercúrio e de Vénus; as Dominações, Virtudes e Principados constituem a segunda categoria e movem respectivamente os céus do Sol, de Marte e de Júpiter; finalmente, as Potestades, Querubins e Serafins, compreendidos na terceira categoria, dirigem os movimentos da esfera de Saturno, do Firmamento e do primeiro móbil (1).

Estas criaturas espirituais não actuam por contacto material; fazem mover os céus, apenas *entendendo*. Tal acção, por mero intelecto, é

(1) Esta enumeração das ordens e categorias é feita segundo a sucessão das esferas desde a primeira, que é a da Lua, até à nona, que é a do primeiro móbil. A ordem de hierarquia angélica é a inversa, ocupando o primeiro lugar os Serafins e o último os Anjos. No *Paraíso*, XXVIII, Dante segue a classificação de S. Dionísio Areopagita, que inclui na primeira jerarquia os Serafins, Querubins e Tronos; na segunda, as Dominações, Virtudes e Potestades; e, na terceira, os Principados, Arcanjos e Anjos.

definida no primeiro verso da canção que Dante vem comentando no II de *Il Convito:*

Voi che, intendendo, il terzo ciei movete,

onde invoca os Tronos que, *entendendo*, causam os movimentos do céu de Vénus.

Tendo contado três movimentos neste céu, a que correspondem três agentes motores, Dante não mencionou ainda o movimento diurno, por isso continua:

«Ancora si muove tutto questo cielo, e rivolgesi coll' epiciclo, da oriente in occidente, ogni dì naturale una fiata; lo quale movimento, se esso é da intelleto alcuno; o *se esso é dalla rapina del primo mobile*, Iddio lo sa, chè a me pare presuntuoso a giudicare.»

É ponto de dúvida para o poeta se o movimento de toda a esfera de Vénus de oriente para ocidente uma vez em cada dia é produzido, como os outros três, por algum intelecto, ou se provém da *rapina* do primeiro móbil; parece-lhe presunçoso decidir; Deus é que sabe. Não tem, porém, esta dúvida em *Paraíso*, XXVIII, 70-73:

Dunque costui, che tutto quanto rape
L'altro universo, corresponde
Al cerchio che piú ama e che più sape.

O demonstrativo *costui* indica o primeiro móbil, o qual arrasta consigo *(rape)* todos os outros céus e corresponde, segundo Dante, ao círculo dos Serafins, a ordem angélica que mais participa do amor e da sapiência divina.

Também Camões, depois de ter dito que debaixo do Empíreo imóvel corre, tão leve e tão ligeiro que não se enxerga, o *Móbile primeiro*, continua em X, 86:

Com este rapto, & grande mouimento,
Vão todos os que dentro tem no seyo,
Por obra deste, o Sol andando atento
O dia & noite faz, com curso alheyo:

Assim se explicava o movimento diurno de todas as esferas, levadas na *rapina* do primeiro móbil, como diz Dante, ou no movimento

rapto, como diz Camões. Já no capítulo VI vimos como Sacrobosco se exprimia a este respeito: «Sed primus omnes alias sphaeras secum impetu suo *rapit* intra diem, & noctem circa terram semel».

Além desta rotação comunicada pelo primeiro móbil a todas as esferas, tinha o céu estrelado a *sua* revolução lenta em sentido contrário, à razão de 1 grau por século, segundo Dante, que tão presente tinha sempre tal movimento que até por ele conta a idade de Beatriz, quando pela primeira vez a viu, como se lê na *Vita Nuova*, § II:

«Nove fiate già appresso al mio nascimento, era tornato lo cielo della luce quasi ad un medesimo punto, quanto alla sua propria girazione, quando alli miei occhi apparve prima la gloriosa donna della mia mente, la quale fu chiamata da molti Beatrice, i quali non sapeano che si chiamare. Ella era già in questa vita stata tanto, che nel suo tempo lo cielo stellato era mosso verso la parte d'oriente delle dodici parti l'una d'un grado: sì che quasi dal principio dei suo anno nono apparve a me, ed io la vidi quasi alla fine del mio nono anno.»

Já o céu do Sol, no seu giro próprio anual, ia completar nove voltas, contadas desde o nascimento do poeta, que portanto ia quase no fim do seu nono ano, quando a gloriosa dama do seu pensamento pela primeira vez apareceu aos seus olhos. Então tinha ela já estado nesta vida o tempo bastante para o céu estrelado se mover para oriente uma das doze partes de 1 grau. Movendo-se a esfera das estrelas fixas 1 grau em 100 anos, o avanço dum duodécimo de grau fazia-se em 100 meses, isto é, em 8 anos e 4 meses. Tal era a idade de Beatriz no seu primeiro encontro com Dante, em 1 de Maio de 1274.

Neste movimento lentíssimo de 1 grau em 100 anos gastaria o firmamento 36 000 anos a dar uma volta inteira. Mas esta volta não chegaria a completar-se. Alguns padres da Igreja atribuíam ao mundo uma duração de 7000 anos apenas, e Dante assim pensava também. Colocando no ano 5200, ou 5199, da Criação o começo da era vulgar, Dante, em cuja vida se tinham completado treze séculos depois de Cristo, contava como decorridos já no seu tempo sessenta e cinco séculos de duração do Mundo. Faltavam apenas cinco séculos. O céu estrelado tinha volvido 65 graus, isto é, pouco mais de um sexto dos 360 graus duma revolução completa. O movimento celeste aproximava-se da sua consumação. Assim o afirma em *Il Convito*, trat. II, cap. XV, quando compara o firmamento com a Física, pelo seu movimento diurno, e com a

Metafísica, pelo seu movimento quase insensível de ocidente para oriente:

«Ancora, per li due movimenti, significa queste due scienze; chè per lo movimento, nel quale ogni dì si rivolve, e fa nuova circulazione di punto a punto, significa le cose naturali corrutibile, che cotidianamente compiono lor via, e la loro materia si muta di forma in forma; e di questo tratta la física; e per lo movimento quase insensibile, che fa da occidente in oriente per un grado in cento anni, significa le cose incorruttibili, le quali ebbero da Dio cominciamento di creazione, e non aranno fine, e di queste trata la metafisica. E però dico che questo movimento significa quelle, che essa circulazione cominciò, che non avrebbe fine; chè fine della circulazione è redire a uno medesimo punto, al quase non tornerà questo cielo, secondo questo movimento, che *dal cominciamento del mondo poco più che la sesta parte è volto; e noi siamo già nell'ultima etade del secolo*, e attendemo veracemente la consumazione del celestiale movimento.»

Tendo o firmamento volvido pouco mais dum sexto da sua lenta revolução, Dante julgava-se no último milénio do movimento celestial.

2. *O duplo movimento da oitava esfera*. — Camões considerava, com Pedro Nunes, um triplo movimento na oitava esfera: o trepidatório, próprio dela; o movimento lento de ocidente para oriente, comunicado pela nona esfera; e o diurno, causado pelo décimo céu, como mostrámos no capítulo III. Dante, com Ptolomeu, considerava nela apenas um duplo movimento: o de 1 grau por século de ocidente para oriente em torno dos pólos da eclíptica, que lhe era próprio, e o diurno, em que era arrebatada pelo nono céu, como acabámos de ver.

Atendendo sempre a estes dois movimentos, resolvia Dante o problema astronómico da determinação das estrelas visíveis dum determinado lugar da Terra em qualquer época e o problema recíproco deste, da limitação da zona terrestre donde uma determinada estrela se pode ver. Ele ponderou até as circunstâncias da visibilidade do céu estrelado e dos planetas, na hipótese teórica da não-existência do movimento diurno. Parecendo-lhe o primeiro móbil, pela sua acção sobre as outras esferas, comparável à Filosofia moral, na sua influência sobre as

outras ciências, explica assim essa semelhança em *Il Convito*, trat. II, cap. XV:

«Onde ponemo che possibile fosse *questo nono cielo non muovere, la terza parte del cielo sarebbe ancora non veduta in ciascuno luogo della terra*; e Saturno sarebbe quattordici anni e mezzo a ciascuno luogo della terra celato, e Giovi sei anni si celerebbe; e Marte un anno quasi, e 'l sole cento ottantadue dì e quattordici ore (dico dì, cioé tanto tempo quanto misurano cotanti dì); e Venere e Mercurio, quasi como il sole, si celerebbero e mostrerebbero; e la luna per tempo di quattordici dì e mezzo starebbe ascosa a ogni gente. Di vero non sarebbe quaggiù generazione, nè vita d'animale e di piante: notte non sarebbe, nè dì, nè settimana, nè mese, nè anno; ma tutto l'universo sarebbe disordinato, e 'l movimento degli astri sarebbe indarno. E non altrimenti, cessando la morale filosofia, l'altre scienze sarebbono celate alcun tempo, e non sarebbe generazione, ne vita di felicità, e indarno sarebbono scritte e per antico trovate.»

Se o nono céu se não movesse, como Dante figura, o firmamento não seria levado na rotação de cada dia, os homens contemplariam uma abóbada celeste que a princípio julgariam imóvel sobre o horizonte. No decorrer dos séculos verificariam que as estrelas iam desaparecendo lentamente do lado do oriente, surgindo novos astros do lado do ocidente, e descobririam assim o movimento do céu estrelado em volta dos pólos da eclíptica de l grau por século. Os habitantes dos lugares por onde passa o plano da eclíptica estariam, relativamente a este movimento, em condições análogas àquelas em que estão os habitantes do equador a respeito do movimento diurno. Em qualquer lugar do equador o hemisfério celeste que se vê no começo da noite, girando em torno dos pólos, situados no horizonte, acaba por desaparecer no fim de 12 horas, sendo substituído pelo hemisfério inferior; todas as estrelas podem assim ser vistas no tempo duma semi-revolução diurna. Anàlogamente, na hipótese figurada por Dante, em cada lugar da Terra, situado debaixo da eclíptica, seriam observadas todas as estrelas no fim de 18 000 anos, tempo da semi-revolução do firmamento. Decorrida, porém, apenas a sexta parte do tempo duma revolução, isto é, volvidos 6000 anos desde a Criação, só um sexto da esfera celeste se teria tornado aparente em cada um destes lugares, além do hemisfério primitivamente visível; ter-se-ia, pois, visto metade e mais um sexto, e, portanto, dois terços do céu estrelado. Um terço restaria ainda por observar.

Nos lugares cujo zénite coincidisse com qualquer dos pólos da eclíptica ver-se-ia sempre o mesmo hemisfério girando lentamente em torno da vertical como a mó dum moinho. Nestes dois pontos não ficaria um terço apenas, mas sim metade do céu, sempre invisível.

Considerando o que sucede para os lugares intermédios, cujo zénite fica entre a eclíptica e qualquer dos seus pólos, conclui-se (1) que em qualquer desses lugares estaria ainda por ver, decorridos sessenta séculos, menos que metade, mas mais duma terça parte, do firmamento.

Em suma, a afirmação dantesca de que um terço do céu estrelado não teria ainda sido visto no seu tempo, se a nona esfera se não movesse, deve entender-se neste sentido: que em cada lugar da superfície da Terra teria sido vista metade, mas em nenhum mais de dois terços, do céu, e portanto estaria ainda por ver, pelo menos, a terça parte. É certo que Dante contava como decorridos na sua vida 6500 anos desde a criação. O céu tinha avançado mais 5 graus além de $^{1}/_{6}$ de volta, e rigorosamente devia dizer que estariam por ver $^{115}/_{360}$ (2), ou $^{23}/_{72}$, do céu estrelado. O poeta preferiu, porém, a fracção simples ⅓, exprimindo-se dum modo aproximado, *grossamente assegnando*, como ele costuma dizer.

O caso teórico imaginado por Dante, que acabamos de resumir, mostra como ele se comprazia na resolução de problemas de astronomia esférica. Vamos agora ver como ele considerava o movimento efectivo do firmamento.

Para distinguir as diferentes circunstâncias da visibilidade das estrelas, resultantes do movimento diurno, num lugar qualquer da Terra, é conveniente lembrar como a esfera celeste é dividida em três regiões por dois círculos menores paralelos ao equador, traçados em volta de cada pólo como centro, com um raio esférico dum número de graus igual à latitude geográfica do lugar, as quais são: uma calote esférica contendo as estrelas circumpolares aparentes; a calote simétrica, das estrelas circumpolares ocultas; e a zona intermédia, das estrelas com nascimento e ocaso. Os dois círculos da figura 49 representam a esfera terrestre e a celeste. O círculo *PZP′Z′P*, passando pelos pólos *P* e *P′* do equador e pelo zénite *Z* dum ponto *L* da superfície da Terra, é o

(1) Este problema é tratado completamente por Angelitti na *Rivista de Astronomia*, Turim, vol. VI, pp. 506-511.

(2) Em 6500 anos o firmamento tinha volvido 65 graus: faltavam 115 graus para os 180 duma semi-revolução, que se efectuaria em 18 000 anos.

meridiano do lugar *L*. *HH'* e *Q'Q* são as projecções do horizonte racional e do equador sobre esse meridiano, *P* é o pólo boreal e *P'* o austral.

Consideremos primeiro um lugar *L* de latitude geográfica φ, boreal, medida na esfera celeste pelo arco *ZQ*. *HPAH* é a projecção da calote esférica limitada pelo círculo menor, traçado em volta do pólo norte com um raio esférico *PH*, igual à altura do pólo, e portanto à latitude.

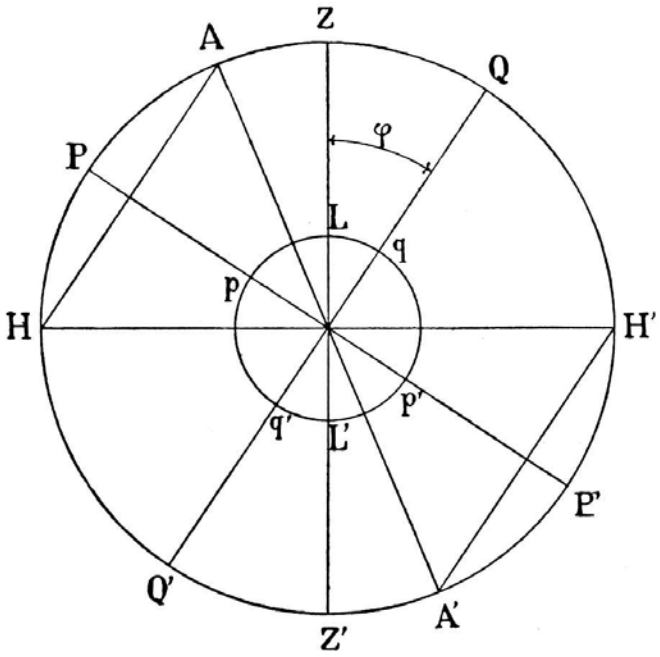

FIG. 49

Esta calote contém as estrelas circumpolares boreais, que durante todo o movimento diurno em torno de *PP'* se conservam acima do horizonte *HH';* é a *calote circumpolar aparente*. A calote simétrica *A'P'H'A'*, que cerca o pólo sul, contém as estrelas circumpolares austrais, que durante o movimento diurno se conservam abaixo do horizonte *HH'*, é a *calote circumpolar oculta*. A zona intermédia *HAQH'A'Q'H*, compreendida entre os paralelos *HA* e *A'H'*, contém as estrelas que em cada dia surgem no oriente, acima do horizonte de *L*, para desaparecerem no poente.

Se, em vez de *L*, se tratasse dum lugar *L'* de latitude geográfica φ, austral, seria *circumpolar aparente a calote A'P'H'A'*, que cerca c pólo sul; e a *calote circumpolar oculta* seria *HPAH*.

A distância do paralelo celeste *AH* ao equador, isto é, a sua declinação, é medida pelo arco *AQ* = 90º — *PA* = 90º — *φ*. A declinação de *A′H′* é de igual valor, mas austral. Concluímos, pois, que, num lugar de latitude geográfica dada, os paralelos celestes, boreal e austral, de declinação igual ao complemento dessa latitude, destacam em volta dos pólos celestes as duas calotes circumpolares, uma aparente e outra oculta.

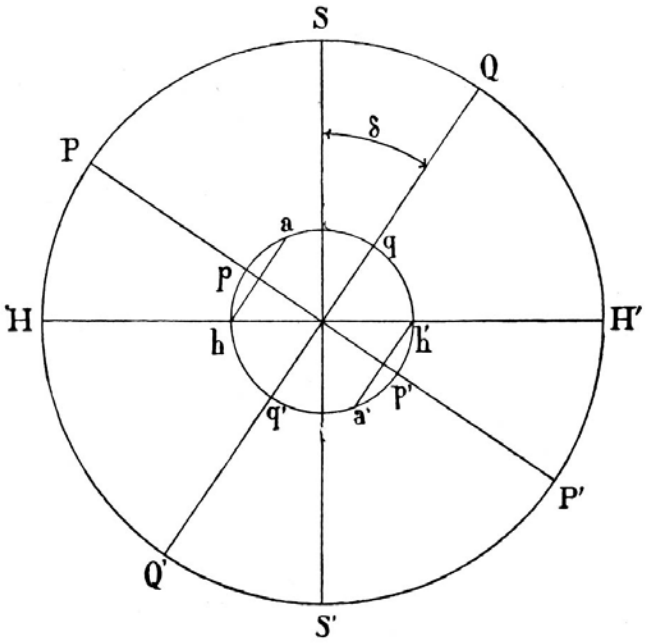

FIG. 50

Consideremos agora o problema recíproco, isto é, como são vistas duma dada estrela as diferentes partes da superfície da Terra, durante a rotação diurna da esfera celeste. O plano da figura é o círculo máximo que passa pela linha dos pólos *PP′* e pela estrela dada *S* (fig. 50). Seja *δ* o valor da declinação do astro, isto é, da sua distância *SQ* ao equador *QQ′*, a qual começamos por supor boreal. *HH′* é a projecção do círculo máximo perpendicular ao diâmetro *SS′* dirigido para a estrela; o plano deste círculo separa no orbe terrestre o hemisfério, em cada instante visível ao astro *S*, do hemisfério invisível. O arco terrestre *ph* mede o mesmo ângulo que o arco celeste *PH*, igual ao arco *SQ*, e portanto tem o mesmo número de graus da declinação *δ* da estrela. O paralelo terrestre que se projecta em *ah*, descrito em volta do pólo terrestre

boreal *p* com o raio esférico *ph*, limita a calote boreal terrestre que durante toda a rotação diurna se vê constantemente do astro *S;* é a calote *circumpolar aparente*. A calote simétrica *a'p'h'a'* conserva-se durante a rotação diurna invisível ao astro *S*; é a calote *circumpolar oculta*. A zona intermédia *haqh'a'q'h* contém os lugares da Terra que durante a revolução diurna aparecem e se ocultam à estrela.

Se, em vez de *S*, considerássemos uma estrela *S'* de declinação austral $Q'S = \delta$ seria *circumpolar aparente* a calote *a'p'h'a'* e *circumpolar oculta* a calote *hpah*.

O paralelo terrestre *ah* dista do equador *qq'* um arco *aq*, ou *hq'*, igual a 90° — *ph*, ou 90° — δ, isto é, a sua latitude geográfica é o complemento da declinação do astro. O paralelo *a'h'* tem uma latitude geográfica do mesmo valor, mas austral. Ora a distância polar do astro *S* é $PS = 90° - \delta$, e a distância polar de *S'* é $P'S' = 90^{\circ} - \delta$. Conclui-se, pois, que para uma estrela dada, situada ao norte ou ao sul do equador, os dois paralelos terrestres de latitudes geográficas, boreal e austral, iguais, em valor absoluto, à distância polar da estrela, destacam em volta dos pólos do globo terráqueo as duas calotes circumpolares, uma aparente e outra oculta ao astro constantemente durante a revolução diurna.

Em particular, se a estrela é equatorial e portanto $\delta = 0$, as duas calotes anulam-se, e todas as partes da superfície terrestre são, em cada dia sideral, aparentes ao astro durante 12 horas e ocultas durante as outras 12.

Apliquemos o que se acaba de dizer às estrelas da Ursa maior no ano de 1300, para nos reportarmos à época da mística viagem descrita por Dante na *Divina Comédia*. Na tabela do capítulo VIII (p. 157) podem ler-se as distâncias polares das sete estrelas principais daquela constelação nesse ano: a maior distância polar é a da η, de 37°,11 ou 37° 6′ 36″, que arredondaremos em 37° 7′. O paralelo terrestre com a latitude geográfica boreal de 37° 7′ destacava, pois, naquela época, a calote circumpolar terrestre aparente àquela estrela, o que quer dizer que todos os lugares da Terra, de latitude norte superior a 37° 7′, se conservavam visíveis à η *Ursae majoris* durante a rotação diurna; e portanto de todos estes lugares se podia ver aquela estrela constantemente acima do horizonte. E juntamente se podiam também ver as restantes estrelas da Ursa maior movendo-se em torno do pólo, visto que as suas distâncias polares são todas menores que a da η.

Como a refracção atmosférica eleva 34′ as estrelas, quando passam junto do horizonte, a η *Ursae majoris* era vista não só do paralelo de

37° 7′, mas ainda do de 36° 33′ de latitude norte. A ponta mais austral da Sicília tem pròximamente a latitude geográfica de 36° 40′ N. Pode pois dizer-se que, no ano de 1300, para toda a Itália, incluindo a Sicília, era a Ursa maior uma constelação circumpolar aparente. E assim o afirma Dante em *O Paraíso*, canto XIII, 7-9:

Immagini quel Carro, a cui il seno
Basta del nostro cielo e notte e giorno,
Si ch'al volger del temo non vien meno.

À Ursa maior chamava-se também o *Carro* (1); as três estrelas da cauda da Ursa formavam a lança do carro, sendo a η a ponta da lança. Diz o poeta que por toda a Itália o pólo tinha altura bastante para na abóbada celeste se ver dia e noite o Carro, que, com o volver da lança *(temo)*, não era diminuído pela descida de qualquer das suas estrelas abaixo do horizonte. Incluímos na Itália toda a Sicília, atendendo ao efeito da refracção. Dante não conhecia este fenómeno e não podia fazê-lo intervir nos seus cálculos, mas podia saber, como notícia de facto, que a ponta da lança vinha passar rente ao horizonte na extremidade mais austral da Sicília, no seu tempo.

As circunstâncias de visibilidade do *Carro* eram, porém, muito diferentes, quando o poeta, saindo do Inferno com Virgílio «a riveder le stelle», se encontra na ilha do Purgatório, numa situação antípoda de Jerusalém, por 32° de latitude austral. Observando no oriente o belo planeta que convida a amar, voltou-se à mão direita e viu junto do pólo sul quatro estrelas, que contemplou enlevado; volvendo depois ao nosso pólo, mal teve tempo de notar o desaparecimento do *Carro* quando viu o velho Catão junto de si:

Com'io dal loro sguardo fui partito,
Un poco me volgendo all'altro polo,
Là onde il Carro già era sparito;
Vidi presso di me un veglio solo,
Degno di tanta reverenza in vista,
Che più non dee a padre alcun figliuolo.

(1) *Carretta* lhe chama Camões em X, 88: «Olha a *carreta*, atenta a Cinosura.»

Em 32° de latitude sul cinco das estrelas do Carro eram circumpolares ocultas, porque as suas distâncias ao pólo norte se compreendiam entre 24°,57 e 31º,36 no ano de 1300. A ponta da lança, a η, com 37°,11 de distância polar, e uma das rodas, a γ, com 32°,44 — essas elevavam-se acima do horizonte do Purgatório, com nascimento e ocaso. O poeta voltou-se para o pólo norte, não para olhar para ele, porque este pólo estava 32° abaixo do horizonte, mas para olhar para o ponto do horizonte onde desaparecera a última estrela do Carro, o que tivera lugar num azimute de 20°, contado do norte para oeste. Tendo estado primeiro a contemplar as quatro estrelas voltado ao sul, teve de efectuar um giro de 160°, se continuou a volver sobre a direita, ou um giro de 200°, se volveu pela esquerda. Em qualquer dos casos a expressão *un poco* não pode referir-se ao arco descrito pelo poeta, mas sim ao tempo. Dizendo que se volveu um pouco ao nosso pólo, significa que se voltou para olhar por um pouco para o norte.

Camões não se esquece de mencionar a circunstância de ser a Ursa maior desconhecida aos moradores do extremo sul do continente africano, em VIII, 72:

De Affrica os moradores derradeyros
Austrais, que nunca as sete flammas virão,
Forão vistos de nos, atras deyxando
Quantos estão os Tropicos queymando.

Já verificámos (pp. 157 e 158) que, na época da viagem do Gama, seis estrelas da Ursa maior eram circumpolares ocultas no cabo das Agulhas, em 35° de latitude austral. Só a η surgia no horizonte, elevando-se a menos de 4° na sua culminação, que só na primeira tinha lugar de noite. Podia, pois, Camões fazer dizer ao Gama que os moradores derradeiros austrais da África *nunca* viram a Ursa maior. E este *nunca* podia estender-se milhares de anos atrás, como resulta da tabela de distâncias polares que nos serviu para essa demonstração (p. 157).

Assim os dois poetas se ocupam ambos da observação da Ursa maior em latitudes austrais. O florentino tinha disso um conhecimento apenas teórico; o nosso pôde seguir com curiosidade o desaparecimento sucessivo daquela constelação, quando circumnavegou a costa africana.

O lugar mais favorável à observação das estrelas é o equador, onde numa noite podem todas ser vistas. Dante faz notar este facto a Ulisses, quando na *bolgia* dos conselheiros fraudulentos conta a

temerária travessia já fora das colunas de Hércules com rumo de sudoeste, na ânsia de ver o *mondo senza gente*. A chegada à linha equinocial é admiràvelmente descrita neste terceto:

> *Tutte le stelle già dell'altro polo*
> *Vedea la notte, e il nostro tanto basso*
> *Che non surgeva fuor del marin suolo.*
> (*Inferno*, XXVI, 127-129).

Chegando ao equador, Ulisses via já todas as estrelas austrais durante a noite, e via o pólo norte tão baixo que não surgia fora do nível do mar. Enquanto remavam no hemisfério boreal, podiam contemplar todas as estrelas boreais e parte das austrais. Avançando para o sul, baixava o pólo norte, diminuindo a calote celeste circumpolar aparente; a calote circumpolar oculta ia-se também reduzindo. No equador o nosso pólo atingia o espelho das águas, e não só os astros boreais, mas também os austrais se ofereciam, todos, à vista de Ulisses e dos seus velhos companheiros.

Temos até aqui atendido especialmente ao movimento diurno, causado pela nona esfera, de que resultou termos de considerar no globo terrestre duas calotes circumpolares, uma aparente e outra oculta a cada estrela, tendo por bases cada um dos paralelos terrestres, boreal e austral, de latitude geográfica igual, em valor absoluto, à distância polar da estrela: ou, o que é o mesmo, duas calotes tendo por vértices os pólos terrestres e por bases os paralelos descritos em volta deles com um raio esférico igual à declinação do astro. O movimento lentíssimo, porém, que a oitava esfera executa, dentro da nona, em sentido contrário da rotação diurna, faz variar a declinação das estrelas; no decurso dos séculos aumentam, portanto, aquelas duas calotes, se a declinação cresce, e diminuem quando ela decresce, anulando-se até, se a estrela durante aquele movimento lento vem passar no equador. É fácil ver, dum modo elementar, como esta variação se dá.

O círculo *PCP'C'P*, que na figura junta representa a nona esfera, ou primeiro móbil, é o círculo máximo desta esfera que passa pelos pólos *P,P'* do equador e pelos pólos *R,R'* da eclíptica e se chama «coluro dos solstícios». *QQ'* é a projecção, sobre o plano deste coluro, do equador, cujo pólo boreal supomos ser *P; CC'* é a projecção da eclíptica, da qual o pólo boreal é *R*. O coluro dos solstícios incide perpendicularmente

sobre os dois círculos da nona esfera, equador e eclíptica, marcando no último o ponto *C*, que é o primeiro ponto do signo de Câncer, e o ponto *C′*, princípio de Capricórnio. O arco *CQ*, ou o seu igual *C′Q′*, cuja grandeza designamos por *ε*, mede a inclinação da eclíptica sobre o equador. As estrelas estão situadas na oitava esfera; para termos a posição de qualquer delas, em relação aos círculos da nona, marcamos nesta o ponto em que a encontra o raio tirado do centro da Terra para a estrela. Seja assim *S* uma estrela fixa. A sua latitude, cuja grandeza

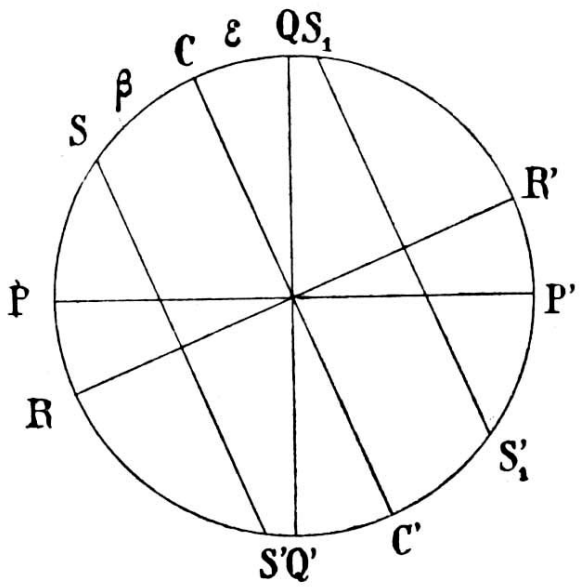

FIG. 51

designamos por *β*, é medida pelo arco *SC*, pois que as latitudes celestes são dadas pelo arco do círculo máximo, que passa pelos pólos da eclíptica, compreendido entre o astro e a eclíptica. O movimento lentíssimo do céu estrelado em torno de *RR′* faz descrever à estrela um círculo menor paralelo à eclíptica, projectado no segmento rectilíneo *SS′*. A estrela vai deslizando relativamente aos círculos fixos da nona esfera, projectando-se na figura segundo os pontos sucessivos da recta *SS′*. A latitude conserva sempre o mesmo valor $SC = \beta = S'C'$. A declinação, porém, contada desde o equador *QQ′*, vai variando: tem o valor máximo na posição *S*, em que é medida pelo arco $SCQ = SC + CQ = \beta + \varepsilon$; tem o valor mínimo na posição *S′*, em que é medida pelo arco $S'Q' = S'C' - Q'C' = \beta - \varepsilon$; nas posições

intermédias tem um valor compreendido entre $\beta - \varepsilon$ e $\beta + \varepsilon$. Entre estes mesmos limites vai, pois, variando o raio esférico das calotes circumpolares terrestres, aparente uma, e oculta a outra, à estrela considerada.

Se a estrela é de latitude boreal, como primeiro supomos, a calote circumpolar aparente ao astro, com o seu vértice no pólo norte da Terra, tem o raio máximo quando a estrela atinge, em *S*, o semicoluro dos solstícios que passa por *C*, princípio de Câncer; vai-se depois reduzindo e o raio da calote adquire o valor mínimo, quando a estrela atinge, em *S′*, o semicoluro dos solstícios que passa por *C′*, princípio de Capricórnio. Então esta calote, de raio $\beta - \varepsilon$, é a porção da superfície da Terra que, no decorrer dos séculos, se conserva *sempre* aparente ao astro: é a *calote de perpétua aparição*. Uma calote igual, simètricamente traçada em torno do pólo sul, é a *calote de perpétua ocultação* (1), que compreende a porção da superfície terrestre eternamente oculta ao astro.

O inverso tem lugar para uma estrela S_1, de latitude austral; a sua declinação é mínima em S_1, no semicoluro que passa pelo princípio de Câncer, e máxima em S'_1, no semicoluro que passa pelo princípio de Capricórnio.

Nas considerações que acabamos de fazer, supusemos ser β maior que ε, como a figura representa. Se for β menor que ε, o ponto *S′* vem colocar-se entre *Q′* e *C′*, no primeiro caso, e o ponto S_1 entre *Q* e *C*, no segundo; então, com o movimento lentíssimo do céu estrelado, a estrela, quer seja boreal quer austral, vem passar no equador *QQ′*, e as calotes de perpétua aparição e de perpétua ocultação anulam-se.

Apliquemos o que se acaba de dizer às sete estrelas principais da Ursa menor, como Dante o faria. O valor adoptado pelo poeta para a inclinação da eclíptica, considerada por ele um elemento invariável, era provàvelmente de 23 graus e meio. Esta era a determinação clássica, a mais recente por ele conhecida, feita em Marâghah pelo astrónomo Nazir ad-din at-Tûsi (2), no ano de 1270. Tomaremos, pois, $\varepsilon = 23° 30'$, advertindo que uma diferença dalguns minutos não produz alteração

(1) Estas designações de *perpétua aparição* e de *perpétua ocultação* encontram-se, em alguns tratados de astronomia, impropriamente aplicadas às calotes a que atrás chamamos *circumpolar aparente* e *circumpolar oculta*.

(2) *Rivista di Astronomia*, t. VI, p. 848, nota.

sensível nos resultados a que se chega. A latitude de cada estrela ia o poeta buscá-la ao catálogo de Ptolomeu, que ele bem conhecia, como veremos. Das sete estrelas da Ursa menor, catalogadas por Ptolomeu, a de menor latitude é a Polar, classificada de terceira grandeza, que vem logo em primeiro lugar designada pela sua situação no extremo da cauda, «quae est in extremitate caudae». A sua latitude celeste é de 66 graus, boreal. A declinação mínima β — ε, atingida por esta estrela durante o movimento lentíssimo do céu estrelado, devia, pois, ser de 66° — 23º 30′ = 42° 30′. A calote de perpétua aparição para a Polar seria descrita em volta do pólo boreal da Terra com um raio esférico de 42° 30′; limitá-la-ia, pois, pelo sul o paralelo terrestre com latitude geográfica de 90° — 42° 30′, isto é, de 47° 30′. Em todos os pontos da Terra, de latitude geográfica boreal superior a 47 graus e meio, era, portanto, a Polar uma estrela de perpétua aparição, e igualmente o eram também as outras seis estrelas da Ursa menor, por terem latitude celeste maior que a da Polar. Para Dante a constelação da Ursa menor era de perpétua aparição em todos os lugares situados ao norte do paralelo terrestre de latitude geográfica 47° 30′ N.

Na canção «Io son venuto al punto della rota», começa assim Dante a terceira estância:

Fuggito é ogni augel che 'l caldo segue
Dal paese d'Europa che non perde
Le sette stelle gelide unquemai.

As aves que vão atrás do calor fugiram já da região da Europa que não perde nunca as sete estrelas gélidas. Estas sete estrelas geladas são as da Ursa menor, situadas ao tempo de Dante, como ainda hoje, na zona glacial árctica celeste. A região da Europa que nunca deixa de ver esta constelação é a que fica ao norte do paralelo de 47 graus e meio de latitude, e nela ficam as cidades de Paris e Colónia, que, com as suas célebres Universidades, foram no século XIII os centros mais afamados de cultura científica. As aves que desta região da Europa emigraram para o sul em busca de calor significam, na alegoria do poeta, aqueles filósofos que abandonaram as tradições das escolas de Paris e de Colónia para seguirem as doutrinas do árabe Averroes (1).

(1) *Rivista di Astronomia*, t. VII, pp. 509-518.

A expressão «stelle gelide» parece ser uma reminiscência da passagem da *Eneida*, VI, 14-17:

> *Daedalus, ut fama est, fugiens Minoia regna,*
> *Praepetibus pennis ausus se credere caelo,*
> *Insuetum per iter* gelidas *enavit ad* Arctos,
> *Chalcidicaque levis tandem super adstitit arce* (1).

Mas Virgílio não se refere pròpriamente às constelações das Ursas; as gélidas Ursas («gélidas Arctos») indicam apenas o pólo boreal do mundo. Dédalo, voando da ilha de Creta para a rocha Calcídica, situada na ilha de Eubea, tomou a direcção do norte.

Camões devia ter na mente aqueles mesmos versos virgilianos, quando designou o pólo boreal celeste pelo *Arcturo congelado*, em I, 21:

> *Ali se acharão juntos num momento,*
> *Os que habitão o Arcturo congelado.*
> *E os que o Austro tem, & as partes onde*
> *A Aurora nasce, & o claro Sol se esconde.*

Arcturo é estrela de primeira grandeza, a principal da constelação do Boieiro, ou Bootes; mas também se dava este nome a toda a constelação. O *Arcturo congelado* é o *Bootes gelado* de III, 71:

> *Posto que o frio Fasis, ou Syene*
> *Que pera nenhum cabo a sombra inclina:*
> *O Bootes gellado, & a linha ardente,*
> *Temessem o teu nome geralmente.*

Numa e noutra estância o poeta indica, com a constelação, o pólo norte.

Voltando a Dante, consideremos o problema de duplo movimento do céu estrelado que ele nos põe, quando, na praia do Purgatório, olha

---

(1) Segundo a fama, Dédalo, fugindo dos reinos de Minos, ousou cometer-se aos ares com as suas asas velozes, voou pelo desusado caminho para as gélidas Ursas, e, deslizando levemente, parou afinal sobre a cidadela de Chalcis.

para o pólo sul e vê quatro estrelas *nunca vistas senão pela primeira gente:*

Io mi volsi a man destra e posi mente
All'altro polo, e vidi quatro stelle
Non viste mai fuor che alla prima gente.

Quem era a primeira gente? Se era a primeira na ordem do tempo, como quer a maior parte dos comentadores, deve entender-se que a *prima gente* eram os primeiros habitantes de certas latitudes boreais, para quem as quatro estrelas tinham sido visíveis nos primeiros tempos da criação e depois se tinham tornado ocultas, por efeito do movimento lento, próprio do céu estrelado. Assim, segundo Humboldt e os que seguem a sua opinião, a *prima gente* seriam Adão e Eva com os seus descendentes, que tinham vindo habitar na Ásia, em regiões situadas por 30 graus de latitude norte. Pode, porém, a *prima gente* ser primeira na ordem de situação no globo. Vimos como os antigos dividiam o mundo conhecido em sete climas, contando como primeiro o mais próximo do equador. Assim também como primeira gente se podem entender os habitantes duma zona compreendida entre o equador e um certo paralelo de latitude boreal, os quais, pela sua posição mais favorável, eram os únicos que podiam observar as quatro estrelas. O poeta acrescenta, a seguir:

Goder pareva il ciel di lor fiamelle.
O settentrional vedovo sito,
Poichè privato sei di mirar quelle!

Havia, pois, uma região setentrional privada da vista das quatro estrelas. Privada eternamente? Neste caso era ela constituída pela calote terrestre de perpétua ocultação para aquelas estrelas. Senão, pode supor-se que era formada pelos lugares da Terra donde elas puderam ser observadas nos primeiros tempos da criação, tendo depois deixado de o ser em virtude do movimento lento do firmamento.

Aqui temos, pois, de resolver um problema de astronomia esférica, que Dante ponderou, atendendo à rotação diurna e ao movimento que hoje chamamos de precessão dos equinócios.

3. *As observações astronómicas matutinas na ilha do Purgatório*. — Dante, seguindo a opinião corrente no seu tempo, entendia que a terra

emersa, *la gran secca*, se continha toda num trapézio esférico rectângulo, fechado ao sul pelo equador, pelo círculo polar árctico ao norte, e por dois arcos de meridiano, afastados um do outro 180 graus em longitude, a leste e a oeste. No meridiano central da terra emersa, em 32 graus de latitude boreal aproximadamente, estava situada Jerusalém (1). O resto do globo era coberto pelas águas e constituía *il mondo senza gente.*

Neste mundo sem gente imaginou o poeta a montanha do Purgatório emergindo das águas, numa situação antípoda de Jerusalém. A esta situação faz várias referências. Assim, quando, depois duma áspera subida por aquela montanha, os dois poetas se sentam voltados ao levante, para contemplarem o caminho andado, Dante, vendo-se iluminado do lado esquerdo pela luz solar, fica estupefacto ao verificar que o Sol lhe fica ao norte; e Virgílio explica:

Come ciò sia, se il vuoi poter pensare,
Dentro raccolto, immagina Siòn
Con questo monte in su la terra stare
Sì, che ambedue hanno un solo orizzòn
E diversi emispere:
(*Purgatório* IV, 67-71).

«Se queres compreender como isto seja, recolhido dentro em ti, imagina o monte de Jerusalém e este monte do Purgatório situados sobre a Terra, de forma que ambos tenham um horizonte comum, ficando em hemisférios diametralmente opostos». Está aqui claramente indicada a posição do Purgatório, antípoda de Jerusalém, e, portanto, numa latitude austral de 32 graus.

A primeira indicação a respeito da posição do Sol no zodíaco, na época da mística viagem, é dada por Dante em *O Inferno*, I, 37-43, quando uma onça de pele mosqueada se lhe atravessa no caminho:

Tempo era dal principio del mattino;
E il sol montava su con quelle stelle
Ch'eran con lui, quando l'amor divino
Mosse da prima quelle cose belle;
Sì che a bene sperar m'era cagione
Di quella fera alla gaieta pelle,
L'ora del tempo, e la dolce stagione.

(1) Assim se interpretava a passagem da Bíblia (*Ezequie*l, v, 5): «Haec dicit Dominus Deus: Isca est Jerusalem, in medio gentium posui eam, et in circuitu ejus terras.»

Rompia a manhã, e o Sol ia surgindo com aquelas estrelas que estavam junto dele, quando o amor divino primeiro fez mover aquelas formosas cousas; eram de bom agouro a variegada pele da onça, a hora do dia e a doce estação. Era, pois, uma manhã de Primavera. Era tradição antiga no tempo de Dante que o Mundo fora criado na Primavera, na época do equinócio; o Sol tinha sido criado no signo de Áries. Sacrobosco, no seu opúsculo *Computus Ecclesiasticus,* quando faz a descrição dos signos, começa assim a de Áries: «Primum igitur signum est Aries, quoniam secundum quòd credit Ecclesia, in eo factus est sol». No *Reportório dos Tempos* do nosso André do Avelar ainda se lê na descrição do signo de Áries: «Neste signo criou Deos o Sol, segundo a maior opinião de todos». Tal era também a opinião de Dante.

Nos tercetos finais de *O Inferno,* Virgílio guia Dante pela vereda escura por onde sobem, sem descanso, de volta ao *chiaro mondo*, até que, por uma abertura redonda, avistam enfim as belas cousas que o céu contém, e por ela saem a ver de novo as estrelas. Assim se acharam no Purgatório. Dante nota então com prazer o aspecto do céu, que descreve nos nove tercetos que vamos transcrever (*Purgatório*, I, 13-39).

Dolce color de oriental zaffiro,
Che s'accoglieva nel sereno aspetto
Dal mezzo ([1]) *puro infino al primo giro,*
Agli occhi miei ricominciò diletto,
Tosto ch'i' uscii fuor dell'aura morta,
Che m'avea contristati gli occhi e il petto.

Saindo da atmosfera morta que lhe tinha contristado a vista e o coração, deleita-se contemplando de novo o azul de safira, que desde o zénite *(mezzo, mezzo del capo)* se estendia até ao horizonte *(primo giro):*

Lo bel pianeta che ad amar conforta
Faceva tutto rider l'oriente,
Velando i Pesci che erano in sua scorta.

([1]) *Dal mezzo* é a lição exacta, restituída pela crítica diplomática, em vez de *Dell'era*.

O belo planeta que convida a amar fazia sorrir todo o oriente, velando os Peixes, que vinham em sua escolta. O signo dos Peixes sobe no oriente antes do signo de Áries. O poeta pode referir-se aqui ao signo ou à constelação dos Peixes. No seu tempo o desvio entre os princípios das constelações zodiacais e os dos signos, resultante do movimento de precessão, era já de 20 graus, estendendo-se por isso estas constelações desde o vigésimo grau do signo do mesmo nome até ao vigésimo grau do signo seguinte. Estando o Sol em Áries, o surgir dos Peixes, signo ou constelação, no horizonte do oriente, indica que se está um pouco antes do romper de alva.

Io mi volsi a man destra e posi mente
All'altro polo, e vidi quatro stelle
Non viste mai fuor che alla prima gente.
Goder pareva il ciel di lor fiammelle.
O settentrional vedovo sito,
Poichè privato sei di mirar quelle!

O poeta, olhando para o oriente, tinha o pólo norte à sua esquerda. Volvendo à mão direita, contempla o pólo sul e vê quatro estrelas. Nada se fica sabendo a respeito da posição delas relativamente ao horizonte e ao meridiano; apenas se fica julgando que estariam junto do pólo austral. Quanto à posição que ocupam no céu estrelado, só nos diz que nunca foram vistas senão pela primeira gente, e que há um sítio setentrional privado de as ver, que o poeta por isso lastima, chamando-lhe viúvo *(vedovo sito)*. Já indicámos o problema de astronomia esférica, envolvido nestas indicações.

Com'io dal loro sguardo fui partito,
Un poco me volgendo all'altro polo,
Là onde il Carro già era sparito,
Vidi presso di me un veglio solo,
Degno di tanta riverenza in vista,
Che più non dee a padre alcun figliuolo.

Deixando aquelas estrelas, voltou-se por algum tempo para o pólo boreal. Na latitude austral em que se achava, duas estrelas do Carro vinham acima do horizonte, como já notámos. A ponta da lança (*η Ursae majoris)* desaparecera quando viu junto de si o velho

Catão, inspirando tanta reverência que mais não deve filho algum a seu pai.

Lunga la barba e di pel bianco mista
Portava, a' suoi capegli simigliante,
De' quai cadeva al petto doppia lista.
Li raggi delle quattro luci sante
Fregiavan sì la sua faccia di lume,
Ch'io il vedea come il Sol fosse davante.

Os raios das quatro *luzes santas* lançavam tanta luz sobre a face de Catão que ela parecia iluminada pelo Sol. Catão de Útica, guarda do Purgatório, interroga os poetas sobre a sua vinda e desaparece depois do diálogo com Virgílio. E só então é que é o romper de alva:

L'alba vinceva l'ôra mattutina,
Che fuggia innanzi, sì che di lontano
Conobbi il tremolar della marina.
(*Purgatório*, I, 115-117).

As observações astronómicas em que Dante se estava comprazendo um pouco antes do romper de alva, interrompidas pelo aparecimento de Catão, são continuadas depois na tarde desse mesmo dia.

4. *As observações astronómicas vespertinas*. — Ao cair da tarde do dia da chegada ao Purgatório, os poetas, guiados por Sordelo, caminham na montanha por uma vereda tortuosa a meia encosta, em direcção ao vale em que deviam passar a noite. O Sol aproxima-se do ocaso, quando chegam à vista do vale, onde contemplam as almas que, sentadas sobre a erva e as flores, cantam a *Salve Regina*. Sordelo mostra a Virgílio várias personagens. Chega a hora da Ave-Maria:

Era già l'ora che volge il disiò
Ai naveganti e entenerisce il cuore
Lo dì ch'han detto a' dolci amici addio;
E che lo nuovo peregrin d'amore
Punge, se ode squilla di lontano,
Che paia 'l giorno pianger che si muore.
(*Purgatório*, VIII, 1-6).

Era já a hora que faz volver à pátria o desejo dos navegantes e lhes enternece o coração, no dia em que disseram adeus aos amigos queridos; a hora que punge de saudade o peregrino, há pouco separado dos seus, quando ouve ao longe o toque da Ave-Maria, que parece chorar o dia que morre.

Então a multidão das almas entoa o hino *Te lucis ante*. E quando aquele exército gentil, terminado o cântico sagrado, fica, pálido e humilde, olhando para o céu, descem do alto dois anjos de asas verdes, empunhando espadas de fogo. Sordelo diz que eles vêm para guardar o vale contra a serpente que se aproxima, e convida os poetas a descerem ao lugar onde vão passar a noite. Dante anda apenas três passos quando reconhece o seu amigo Nino Visconti, a quem, depois de afectuosas saudações, explica a sua vinda. Nino queixa-se da sua viúva, que passara a segundas núpcias. Segue-se uma pausa que Dante aproveita para retomar a observação do céu, que de manhã viera interromper o velho Catão. Curioso sempre de ver a desconhecida região polar austral, os seus olhos dirigem-se, ávidos, para o céu estrelado, apenas lá *(pur là)* onde as estrelas são mais vagarosas, como os pontos duma roda mais próximos do eixo *(Purgatório*, VIII, 85-93):

Gli occhi miei ghiotti andavan pure al cielo,
Pur là dove le stelle son più tarde,
Sì come ruota più presso allo stelo.

Dante contemplava as vizinhanças do pólo austral. Virgílio pergunta-lhe: «Filho, para onde olhas, lá em cima?» E Dante responde «Para aquelas três estrelas que incendeiam o pólo do lado de cá»:

E il duca mio: «Figliuol, che lassù guarde?»
Ed io a lui: «A quelle tre facelle,
Di che il polo, di qua, tutto arde».

Virgílio faz-lhe então notar que as quatro estrelas claras que tinham visto de manhã estão agora em baixo, do lado de lá, e que estas três tinham subido para o lugar que aquelas ocupavam de manhã:

Ed egli a me: «Le quattro chiare stelle
Che vedevi staman, son di là, basse,
E queste son salite ov'eran quelle».

Mas Virgílio é interrompido por Sordelo, que mostra a serpente que, no fundo do vale, avançava por entre a erva e as flores. E as observações celestes terminam assim.

A altura do pólo sobre o horizonte era de 32 graus, pois tal era a latitude do Purgatório. Podemos representar-nos Dante, com o braço esquerdo levantado para o alto, numa inclinação duns 40 graus, apontando com o dedo indicador para as três *facelle*, e Virgílio, com o braço direito estendido a uma altura duns 20 graus, apontando com o indicador para as quatro *chiare stelle*, já vistas de manhã. As três estrelas vão altas *(lassú)*, próximas da sua passagem superior pelo meridiano, ficando do lado de cá do pólo, isto é, entre este e o zénite; as quatro estão baixas, próximas da passagem inferior pelo meridiano, do lado de lá do pólo, isto é, entre este e o ponto sul do horizonte. O primeiro grupo subiu à posição que o segundo ocupara na madrugada desse dia. Os dois grupos de estrelas devem ter aproximadamente a mesma declinação, distando, porém, em ascensão recta por forma que, quando um vai na passagem superior meridiana, o outro se aproxime da inferior; e ambos são circumpolares aparentes no Purgatório. Naquela manhã de Primavera, quando os Peixes surgiam no oriente, o grupo das quatro estrelas subia à sua culminação e o grupo das três descia à passagem inferior no meridiano; o inverso tinha lugar de tarde. Os dois grupos devem, pois, estar situados perto do coluro dos solstícios, a um e outro lado do pólo austral do equador.

Quantas horas decorreram entre as observações da manhã e as da tarde? Bastante grosseiramente, tem sido avaliado este intervalo em 12 horas. As observações matutinas foram feitas um pouco antes do romper de alva. De tarde, na hora da *Ave-Maria*, ou seja, meia hora depois do pôr do Sol, as almas cantam todo o hino *Te lucis ante*. Descem os dois anjos, segue-se o colóquio com o juiz Nino Visconti, e terminado ele é que Dante contempla as estrelas. Supondo assim decorrida outra meia hora, colocaremos as observações da tarde uma hora depois do sol-posto. Admitindo, como parece mais provável, que a viagem foi quinze dias depois do equinócio da Primavera, o nascimento do Sol no Purgatório seria às 6 horas e um quarto de tempo verdadeiro e o ocaso às 5 horas e três quartos, tendo, portanto, o dia durado 11 horas e meia. A duração do crepúsculo fora de l hora e vinte e cinco minutos. Entre as duas observações teriam, pois, decorrido: o crepúsculo matutino, as 11 horas e meia desde o nascer ao pôr do Sol, e ainda 1 hora, o que perfaz um intervalo de 14 horas entre as

observações celestes matinais, supostas feitas um pouco antes do romper de alva, e as observações da tarde, supostas feitas 1 hora depois do ocaso do Sol. Este intervalo seria de 13 horas e meia, na hipótese extrema de a viagem ter sido feita vinte e cinco dias depois do equinócio (1).

Resta-nos agora saber se aqueles dois asterismos, um triangular e o outro quadrangular, são formados por estrelas reais, ou se não de pura ficção do poeta. Precisamos, pois, averiguar se nos globos celestes, ou nos catálogos de estrelas, conhecidos de Dante, é possível separar um grupo de três e um grupo de quatro estrelas, que da ilha do Purgatório pudessem ser observados nas condições de posição definidas pelo poeta.

5. *O catálogo de Ptolomeu.* — O catálogo de 1022 estrelas de Ptolomeu era, no tempo de Dante, e continuou sendo até ao século XVI, o código fundamental da astronomia sideral de posição. Dante não só o conhecia, mas atribuía até grande importância ao número de 1022 estrelas nele descritas.

Já nos referimos (pp. 198 e 199) a este catálogo, que se encontra nos libs. VII e VIII do *Almagesto*, verificando que nele se registam, incluídas na constelação do Centauro, três estrelas do Cruzeiro do Sul, faltando, porém, aquela que forma a cabeça da cruz (γ *Crucis*).

As estrelas são descritas pela ordem de 48 constelações, e as que não fazem parte de nenhuma delas encontram-se a seguir a uma constelação vizinha. O catálogo dá as coordenadas eclípticas, longitude e latitude celestes, das estrelas, e as suas grandezas aparentes, distribuídas por seis ordens. Estão registadas 1022 estrelas, entre as quais 15 de primeira grandeza (2).

A época a que se refere o catálogo de Ptolomeu é o primeiro ano do império de Antonino Pio, correspondente, segundo uns, ao ano de 137 da era vulgar, e, segundo outros, ao ano de 138. A diferença dum ano não tem, porém, importância nenhuma, atentas as condições de precisão das coordenadas registadas. As observações que serviram de

---

(1) *Rivista di Astronomia*, t. VII, p. 131.

(2) «Sunt autem omnes stellae tum boreales tum australes .1022. Quarum/ Magnitudinis*/ ¶ Primae 15/ Secũdae 45/ Tertiae 208/ Quartae 474/ Quintae 217/ Sextae 49/ Obscurae 9/ Nebulosae 5/ Et cincinnus». Encontra-se este resumo final do catálogo de Ptolomeu na tradução, já atrás citada, do *Almagesto*, feita por Trapezúncio e revista por Gaurico, Veneza, 1528, fl. 48 v.

base ao catálogo foram feitas em Alexandria, numa latitude boreal de 31 graus.

Da teoria do movimento da oitava esfera, exposta por Ptolomeu e adoptada por Dante, resulta uma regra simples com que se obtêm, para uma época dada, as coordenadas eclípticas de qualquer das estrelas do catálogo. Efectuando-se o movimento próprio do céu estrelado em torno da linha dos pólos da eclíptica, as estrelas descrevem lentamente círculos paralelos ao plano da eclíptica, ficando sempre à mesma distância dela; as latitudes celestes não são, pois, alteradas por aquele movimento. As latitudes do catálogo servem para todas as épocas. As longitudes celestes, que, a partir do primeiro ponto do signo de Áries, se contam na eclíptica segundo a ordem dos signos até ao ponto em que ela é cortada pelo círculo de latitude de cada estrela, essas vão aumentando à razão de 1 grau por século. Sabido o intervalo de tempo que separa a época dada da época do catálogo, tomar-se-ão tantos graus quantos os séculos completos contidos nesse intervalo, juntando-lhe tantas vezes 3 minutos quantos os lustros completos a mais, e ainda tantas vezes 36 segundos quantos os anos restantes; os graus, minutos e segundos, assim obtidos, somar-se-ão, ou subtrair-se-ão, da longitude registada da estrela, conforme a época para que se quer a posição do astro é posterior, ou anterior, à época do catálogo.

Para se terem as posições das estrelas na época da viagem dantesca, que pode ser o ano de 1300 ou 1301 da era vulgar, contaremos como decorridos 1163 anos desde a época do catálogo. Em 1163 anos contêm-se 11 séculos, 12 lustros e 3 anos, durante os quais as longitudes das estrelas aumentaram 11 graus, 36 minutos e 108 segundos, de modo que, para ter as longitudes das estrelas na época da mística viagem, Dante juntaria às longitudes, dadas por Ptolomeu, 11 graus e 38 minutos, número redondo.

Para determinar as posições das estrelas na época da Criação, contaremos 5336 anos decorridos desde a Criação até à época do catálogo. O primeiro ano da era vulgar correspondia, segundo as indicações dantescas, ao ano de 5199 ou 5200 da Criação. Como em 5336 anos se contêm 53 séculos, 7 lustros e 1 ano, as longitudes das estrelas variaram neste intervalo 53 graus, 21 minutos e 36 segundos, de modo que, para ter as longitudes das estrelas naquela época, Dante subtrairia das longitudes, dadas por Ptolomeu, 53 graus e 22 minutos, número redondo.

No *Paraíso*, XIII, 4-6, refere-se Dante às quinze estrelas classificadas por Ptolomeu na primeira grandeza, quando convida, quem queira entender bem o que ele viu, a imaginar:

Quindici stelle, che in diverse plage
Lo cielo avvivan di tanto sereno,
Che soperchia dell' aere ogni compage.

As quinze estrelas, que em diversas plagas avivam o céu com tanta luz que atravessa toda a espessura do ar, são as quinze estrelas de primeira grandeza do catálogo ptolomaico.

Em *Il Convito*, trat. II, caps. XIV e XV, Dante mostra a semelhança das esferas componentes da máquina do Mundo com o conjunto das ciências do seu tempo. As sete esferas dos planetas são por ele comparadas sucessivamente às sete ciências do trívio e do quadrívio: gramática, dialéctica, retórica, aritmética, música, geometria e astronomia. Em seguida explana a semelhança da oitava esfera com a física, por três motivos — pelas 1022 estrelas nela observadas, pelo seu pólo aparente e pelo seu movimento diurno —; e a sua semelhança com a metafísica, por outros três — pela via láctea, pelo pólo oculto e pelo seu movimento lentíssimo de ocidente para oriente. Depois compara a nona esfera à ciência moral e, finalmente, o céu imóvel, o Empíreo, à teologia.

É quando se ocupa da oitava esfera que Dante se refere ao número 1022 das estrelas catalogadas no *Almagesto:*

«Per che per ordine è da vedere prima la comparazione della fisica, e poi quella della metafisica. Dico ch'il cielo stellato ci mostra molte stelle; chè, secondochè il savii d'Egitto hanno veduto, infino all'ultima stella che appare loro in miridie, *mille ventidue corpora di stelle* pongono, di cui io parlo» (*Il Convito*, trat. II, cap. XV).

Aqui consigna, pois, Dante que, segundo o que os sábios do Egipto puderam observar até à última estrela que ao sul lhes aparecia, contaram 1022 corpos de estrelas. Em seguida considera subtilmente os números dois, vinte e mil, para explicar uma das razões de semelhança do céu estrelado com a física:

«E in questo ha esso grandissima similitudine colla fisica, se bene si guardano sottilmente questi tre numeri, cioè, *due*, e *venti*, e *mille:* che per lo *due* s'intende il movimento locale, lo quale è da un punto a

un altro di necessità: e per lo *venti* significa il movimento dell'alterazione: chè, conciossiacosachè dal dieci in su non si vada se non esso dieci alterando cogli altri nove, e con sè stesso; e la più bella alterazione, che esso riceva, si è la sua di sè medesimo; e la prima che riceva si è *venti*; ragionevolmente per questo numero il detto movimento significa. E per lo *mille* significa il movimento del crescere; chè in nome, cioè questo *mille*, è il maggior numero, e più crescere non si può se non questo multiplicando. E questi tre movimenti soli mostra la fisica; siccome nel quinto del primo suo libro è provato.»

Este trecho mostra bem como Dante se comprazia em meditar a composição deste número 1022 das estrelas catalogadas, que se conservara inalterado desde Ptolomeu até ao seu tempo, e ao qual atribuía uma importância cósmica.

As posições das estrelas podiam também ser estudadas por Dante em globos celestes, que não faltavam no seu tempo. Existem ainda hoje em Itália dois exemplares de globos celestes árabes, construídos antes de ele escrever a *Divina Comédia*, baseados sobre o catálogo de Ptolomeu. Um, do ano de 1080, conserva-se no Museu de Instrumentos Antigos de Astronomia Física e Matemática de Florença; o outro, do ano de 1225, que no século XVIII fazia parte do Museu do Cardeal Borgia, em Velletri, e por isso é conhecido pelo nome de globo borgiano, está actualmente no Museu Nacional de Nápoles. Qualquer deles podia ter sido estudado pelo poeta.

Vimos como Dante podia fàcilmente deduzir do catálogo ptolomaico as coordenadas eclípticas das estrelas para qualquer época. O conhecimento das coordenadas equatoriais, ascensão recta e declinação, era-lhe, porém, indispensável para a resolução dos problemas que as suas referências astronómicas implicam. O círculo máximo que passa pelos pólos do equador e por uma estrela é o círculo *horário*, ou círculo *de declinação*, dessa estrela; o arco deste círculo compreendido entre o astro e o equador é a declinação, que se distingue em boreal e austral; a ascensão recta é o arco do equador contado para leste, no sentido directo, desde o equinócio vernal até ao ponto em que o círculo de declinação da estrela corta o equador.

Dadas as coordenadas eclípticas duma estrela, podem obter-se as suas coordenadas equatoriais por qualquer dos três métodos: pelo método analítico, efectuando os cálculos indicados nas fórmulas; pelo método gráfico, executando um desenho de projecção; ou pelo método

mecânico, empregando um globo celeste. Todos estes métodos se usavam no tempo de Dante. As fórmulas eram então expressas, nos tratados de astronomia, em regras tão minuciosas que os cálculos podiam ser feitos por quem soubesse executar as operações fundamentais sobre os números, sendo ainda facilitados por tábuas adequadas. O uso das fórmulas era, porém, muito laborioso. Muito mais fácil e breve era o emprego do método gráfico. Angelitti indica um processo simples de efectuar a resolução geométrica do problema (1). O emprego do globo celeste era, porém, o processo mais expedito e duma exactidão suficiente. Deve ter-se como certo que era a este que Dante de preferência recorria.

Com os modernos globos celestes, feitos de pasta de papel comprimida, articulados pelos pólos do equador numa armila meridiana, pode passar-se, dum modo fácil, embora grosseiro, das coordenadas eclípticas para as equatoriais. Distendendo, por exemplo, um fio entre o pólo da eclíptica e o ponto desta correspondente à longitude celeste dada da estrela, tome-se sobre este fio tenso, que marca o quadrante do círculo de latitude, um arco igual à latitude dada, contado desde a eclíptica. Ter-se-á assim o lugar da estrela no globo celeste. Faça-se agora girar o globo até que este ponto venha colocar-se debaixo da armila meridiana: o arco desta, compreendido entre o ponto e o equador, é a declinação; e o grau do equador que cair debaixo da armila dará a ascensão recta da estrela.

Os globos celestes usados na Antiguidade e na Idade Média, feitos de madeira ou metal, eram muito bem torneados e neles se gravavam com grande exactidão os círculos e constelações. Serviam como instrumentos de observação e permitiam resolver todos os problemas de astronomia esférica, com precisão igual à que se obtinha nas observações dos astros. Tais globos celestes, ou astrolábios esféricos, prestavam-se bem à transformação das coordenadas eclípticas nas equatoriais, porque se podiam indiferentemente articular na armila meridiana, tanto pelos pólos do equador como pelos da eclíptica. Articulado primeiro o globo pelos pólos da eclíptica, levava-se o ponto desta correspondente à longitude celeste dada da estrela, até ficar debaixo da armila, sobre a qual se lia então, a partir da eclíptica, um arco igual à latitude dada. Assim se podia com rigor marcar na esfera a posição da estrela.

---

(1) *Rivista di Astronomia*, t. VII, pp. 85-86.

Articulando agora o globo pelos pólos do equador, acabavam de determinar-se as coordenadas equatoriais, levando o ponto marcado até ficar debaixo da armila meridiana e lendo a declinação e ascensão recta, como acima se disse.

Dante podia, pois, com um dos globos celestes em uso no seu tempo, fazer esta transformação de coordenadas muito ràpidamente e com uma exactidão maior do que permitem os modernos globos (1).

6. *A hipótese do Cruzeiro do Sul*. — A celebridade adquirida no século XVI pelo Cruzeiro do Sul estabeleceu a tendência a relacionar com esta constelação qualquer referência a um grupo de quatro estrelas, embora ela viesse acompanhada de indicações incompatíveis com tal aproximação. Assim sucedeu com as *quattro chiare stelle* de Dante.

Vespúcio, na sua carta a Lourenço de Médicis, de Julho de 1500, diz que viu as quatro estrelas com que Dante quer descrever o pólo austral, e que elas figuravam uma *mandorla* e tinham pouco movimento. Atribuindo-lhes *pouco movimento* está ele de acordo com o poeta, cujas observações se fazem na região do céu onde as estrelas são *mais vagarosas*, como pontos duma roda mais perto do eixo:

> *Pur là dove le stelle son più tarde,*
> *Sì come ruota più presso allo stelo.*

De pouco movimento eram, pois, para o poeta, tanto as quatro claras estrelas como as três que de tarde tinham subido a ocupar o lugar daquelas.

Da análise que fizemos (pp. 206 a 211) das cartas de Vespúcio, de 1500 e 1502, resulta que ele não pode referir-se ao Cruzeiro, que nem de nome conhecia. E se Vespúcio não podia qualificar como de pouco movimento as estrelas desta constelação, que em 1500 se estendiam entre 30 e 36 graus de distância do pólo sul, também Dante as não podia classificar entre as estrelas mais vagarosas, pois que, em 1300, estavam situadas entre 31 e 37 graus de distância polar.

Andrea Corsali, navegador florentino ao serviço do nosso rei D. Manuel, que pelos marinheiros portugueses tivera conhecimento da

---

(1) *Ibidem*, t. VII, p. 87.

nova constelação, é quem pela primeira vez, em 1515, diz que as quatro estrelas de Dante são as do Cruzeiro, atribuindo por isso ao poeta um espírito profético.

Humboldt, que se inclinava a ver nas quatro estrelas dantescas as do Cruzeiro do Sul, explica assim como o poeta poderia ter tido conhecimento desta constelação:

«On ne peut douter que le Dante, dont l'érudition égalait le génie poétique, a pu avoir notion des quatre étoiles de la Croix du Sud, soit par les voyageurs pisans ou vénitiens qui visitaient l'Égypte, l'Arabie et la Perse, soit par des globes de construction arabe semblables à ceux de Dresde et de la collection du Cardinal Borgia à Veletri. Si donc les *quatro stelle* du Dante sont celles de la Croix, ce que la plupart des commentateurs admettent, on n'a pas besoin d'attribuer au poète un *esprit prophétique* comme le faisait au commencement du seizième siècle le voyageur florentin Andrea Corsali» (1).

No *Cosmos*, ocupando-se ainda das sete estrelas descritas no *Purgatório*, diz Humboldt:

«... L'astronome milanais de Cesaris voyait dans les trois *facelle*, 'di che 'l polo di quà tutto quanto arde', et qui se couchent quand se lèvent les quatre étoiles de la Croix, Canopus, Achernar et Fomalhaut. J'ai tenté, dis-je, d'éclaircir le problème par les considérations suivantes: Le mysticisme philosophique et religieux qui pénètre et vivifie l'immense composition du Dante, assigne à tous les objets, à côté de leur existence réelle ou matérielle, une existence idéale. C'est comme deux mondes dont l'un est le reflet de l'autre. Le groupe des quatre étoiles représente, dans l'ordre moral, les *vertus cardinales*, la Prudente, la Justice, la Force et la Tempérance; elles méritent pour cela le nom de saintes lumières, *luci sante*. Les trois étoiles 'qui éclairent le pôle' représentent les *vertus théologales*, la Foi, l'Espérance et la Charité. Les premiers de ces êtres nous révèlent eux-mêmes leur double nature; ils chantent: 'Ici nous sommes des nymphes, dans le ciel nous sommes des étoiles, *noi sem qui ninfe, e nel ciel semo stelle*'. Dans la *Terre de la vérité*, le paradis terrestre, sept nymphes se trouvent réunies : 'In cerchio

(1) *Histoire de la Géographie du Nouveau Continent*, t. IV, p. 324.

le facevan di sè claustro le sette Ninfe.' C'est la réunion des vertus cardinales et théologales. Sous ces formes mystiques, les objets réels du firmament, éloignés les uns des autres d'après les lois éternelles de la *Mécanique céleste*, sont à peine reconnaissables. Le monde idéal est une libre création de l'âme, le produit de l'inspiration poétique» (1).

Dante descreve três ninfas que vêm dançando ao lado da roda direita do carro triunfal de Beatriz, as quais representam as três Virtudes teologais. Uma, cor de fogo, é a Caridade; outra, verde de esmeralda, é a Esperança; a terceira, da candura da neve, é a Fé:

Tre donne in giro dalla destra ruota
Venian danzando: l'una tanto rossa,
Ch'appena fôra dentro al fuoco nota;
L'altr'era, come se le carni e l'ossa
Fossero state di smeraldo fatte;
La terza parea neve testè mossa.
(*Purgatório*, XXIX, 121-126).

À esquerda do carro dançam quatro ninfas vestidas de púrpura, que são as Virtudes cardeais, a Justiça, a Temperança, a Fortaleza e a Prudência, que, com os seus três olhos, pode ver o passado, o presente e o futuro:

Dalla sinistra quattro facean festa,
In porpora vestite, dietro al modo
D'una di lor, ch'avea tre occhi in testa.
(*Purgatório*, XXIX, 130-133).

Mas quando Matilde, depois de ter banhado o poeta nas águas do Letes, o introduz na dança destas quatro, elas, abraçando-o, dizem-lhe: «Nós aqui somos ninfas e no céu somos estrelas».

Indi mi tolse, e bagnato m'offerse
Dentro alla danza delle quattro belle;
E ciascuna col braccio mi coperse.
«Noi sem qui Ninfe, e nel ciel semo stelle».
(*Purgatório*, XXXI, 103-106).

(1) *Cosmos*, trad. de Galuski, Paris, 1866, t. II, pp. 578-579.

Deste último verso conclui Humboldt que as quatro estrelas que Dante vê na manhã da chegada ao Purgatório simbolizam as quatro Virtudes cardeais, sendo por isso que lhes chama «luzes santas», quando descreve o brilho com que os seus raios iluminam a face de Catão,

Li raggi delle quatro luci sante.

As três *facelle,* que à tarde tinham subido ao lugar que estas ocupavam de manhã, simbolizam as três Virtudes teologais.

Podem estas sete estrelas ser de pura invenção do poeta, que as imaginaria situadas junto do pólo sul naquela região do firmamento, não vista de Alexandria, onde os globos celestes, construídos segundo o catálogo de Ptolomeu, deixavam um espaço vazio de estrelas. Para Humboldt, porém, as sete estrelas não são fictícias; são estrelas reais, a que o poeta liga aquela significação ideal. O grupo das quatro é o Cruzeiro; o grupo das três é formado pelas estrelas Canopo, Achernar e Fomalhaut, propostas, como ele diz, pelo astrónomo milanês De Cesaris.

Os comentadores que admitem o Cruzeiro como explicação do primeiro grupo procuram as estrelas do segundo na região celeste que tem a mesma declinação do Cruzeiro, mas dele difere cerca de 12 horas em ascensão recta. Não concordam todos na escolha das três estrelas; no que, porém, todos se acham de acordo é em ser uma delas a estrela Achernar. No catálogo de Ptolomeu está registada, entre as estrelas da constelação de Eridano, uma de primeira grandeza, designada como «ultima fluuii & est splendida». Julgou-se durante muito tempo ser esta a Achernar *(α Eridani)*, de primeira grandeza, mas hoje está ela identificada com a *δ Eridani*, de terceira grandeza, que assim deve ter diminuído de brilho. Acabou por se reconhecer que a Achernar não está no catálogo de Ptolomeu, nem podia estar, porque no tempo deste grande astrónomo ela tinha uma distância polar de 23 graus e não podia, por isso, ser observada na latitude de Alexandria, que é de 31 graus boreais.

Vimos no precedente capítulo como três das estrelas do Cruzeiro do Sul se encontram no catálogo de Ptolomeu, faltando, porém, nele a estrela que forma a cabeça da cruz (γ *Crucis*).

Se as sete estrelas são, pois, aquelas que propõem os comentadores a que nos vimos referindo, Dante teria ido buscar uma das quatro estrelas, bem como uma do grupo das três, a outras fontes que não ao catálogo

ptolomaico nem aos globos celestes segundo este construídos. Humboldt diz que Dante podia ter tido conhecimento das quatro estrelas do Cruzeiro, quer pelos viajantes pisanos ou venezianos que iam ao Egipto, Arábia e Pérsia, quer pelos globos de construção árabe, semelhantes ao globo *borgiano*. Não consta, porém, de documento algum que já então estivesse formada a constelação do Cruzeiro (1), nem se conhece um único exemplar desses supostos globos árabes contendo este asterismo. E ao poeta não pode atribuir-se o conhecimento de estrelas que não sejam as catalogadas por Ptolomeu. O número de estrelas vistas no céu é, segundo Dante, 1022, número este que ele adopta, reportando-se à autoridade dos sábios do Egipto, e ao qual atribui uma importância cósmica. Vimos como ele, na comparação que faz da física com a oitava esfera, considera tão significativos os algarismos do número 1022. Bastava que ele conhecesse uma estrela a mais, para se alterar o algarismo 2 das unidades, a que ligava especial significação. Assim o próprio poeta contradiz a explicação de Humboldt. Demais, a verdade é que o catálogo de Ptolomeu esteve em uso entre os astrónomos até ao século XVI, sem que se aumentasse o número das estrelas registadas. Nem sequer as quinze estrelas de primeira grandeza chegaram a ser reobservadas todas. Não se propondo fazer novos catálogos, os astrónomos contentavam-se em transportar para outras épocas as posições dadas por Ptolomeu. Mesmo astrónomos notáveis, como Albaténio, se limitaram a reobservar muito poucas estrelas, com o fim único de determinarem com maior precisão o movimento próprio da oitava esfera, com o qual depois fizeram o transporte das longitudes de Ptolomeu.

Se as sete estrelas de Dante são astros reais, elas têm de ser procuradas entre as do catálogo ptolomaico, o qual serviu de base aos construtores dos globos celestes que o poeta podia ter estudado e foi o

(1) Schiapareli, na sua obra *L'astronomia nell, antico testamento* (n.° 332 dos Manuali Hoepli), trata da constelação designada no Livro de Job (IX, 9) pelo nome *chadrê theman*, que a *Vulgata* traduz por *interiora Austri* e ele por *penetrali dell'Austro*. Esta constelação dos *Penetrais do Sul* era formada, segundo o ilustre astrónomo italiano, por cinco estrelas de primeira grandeza, entre as quais a Canopo, e cinco de segunda, que, pelo ano 750 a. C., culminavam todas na Palestina a uma altura sobre o horizonte inferior a 20 graus, do lado do sul, formando uma esplêndida grinalda na região mais austral do firmamento. Estas dez estrelas estão actualmente distribuídas pelas constelações de Argo, do Centauro e do Cruzeiro do Sul, pertencendo cinco à primeira, duas à segunda e três à terceira. Assim, os Hebreus teriam incluído três das estrelas do Cruzeiro na brilhante constelação dos *Penetrais do Sul*, como Ptolomeu incluiu depois três delas no Centauro; mas nem eles, nem Ptolomeu, isolaram as estrelas do Cruzeiro num asterismo distinto.

código fundamental da astronomia de posição até ao século XVI. E se as *quattro chiare stelle* brilhavam na região celeste, onde mais tarde os Portugueses isolaram a nova constelação do Cruzeiro, Dante deve tê-las escolhido entre as mais resplandecentes junto das pernas do Centauro. Nesta região regista Ptolomeu uma estrela de primeira grandeza e cinco de segunda; todas as outras estrelas do Centauro são de grandeza inferior. Entre aquelas seis se devem, pois, encontrar as quatro estrelas de Dante, e assim ficam excluídas duas do Cruzeiro: a γ, porque não existe no catálogo, e a β, porque com ela se identifica, como já vimos (pp. 197 a 199), a estrela do Centauro, designada como «Quae est extra sub dextro posteriore pede», classificada na *quarta* grandeza, e por isso de menor importância. Angelitti (1) entende que, entre as seis, Dante escolheria, por formarem um grupo mais compacto, as quatro de segunda grandeza, que, no catálogo de Ptolomeu, têm as coordenadas eclípticas da tabela junta, onde as estrelas estão numeradas de 1 a 4, pela ordem crescente das longitudes:

N.º DA ESTRELA	LONGITUDE	LATITUDE
1	Libra 10º 0′ = 190º 0′	—51º 10′
2	Libra 11 10 = 191 10	—55 20
3	Libra 15 20 = 195 20	—51 40
4	Libra 16 20 = 196 20	—43 0

A primeira destas estrelas está identificada com a δ, e a terceira com a α do Cruzeiro. As coordenadas das quatro estrelas são relativas ao ano 137, ou 138, da era vulgar. Para ter as coordenadas na época da Criação, Dante, conservando as mesmas latitudes, subtrairia 53° 22', das longitudes, pela regra atrás exposta; e para ter as coordenadas na época da viagem, juntaria às longitudes 11° 38′. Devemos supor que, mesmo para a época da viagem, Dante calculasse assim as coordenadas, deduzindo-as das posições ptolomaicas, e não de observações recentes, porque então os astrónomos, como já notámos, não se ocupavam em reobservar estrelas, e muito menos estrelas tão austrais como estas.

(1) *Rivista di Astronomia*, t. VI, p. 843.

Dante não devia ter usado o catálogo de Albaténio, nem o dos astrónomos afonsinos, porque esses foram deduzidos do de Ptolomeu, adoptando para o Firmamento um movimento diferente do indicado pelo poeta, de um grau por século. Assim, Dante teria atribuído às quatro estrelas, escolhidas entre as mais brilhantes do Centauro, as seguintes coordenadas, para as épocas da Criação e da viagem:

N.º DA ESTRELA	LONGITUDE		LATITUDE
	NA ÉPOCA DA CRIAÇÃO	NA ÉPOCA DA VIAGEM	
1	136º 38′	201º 38′	—51º 10′
2	137 48	202 48	—55 20
3	141 58	206 58	—51 40
4	142 58	207 58	—43 0

Estudando a hipótese da escolha das estrelas nesta região celeste, Angelitti restringe os seus cálculos e discussões a um ponto central do grupo das quatro estrelas das pernas do Centauro: ao ponto cuja latitude e longitude são, respectivamente, a média das quatro latitudes, e a das quatro longitudes, do grupo. Esse ponto central tem, pois, as seguintes coordenadas:

longitude na época da Criação = 139° 50′,
longitude na época da viagem = 204 50 ,
latitude constante nas duas épocas = — 50 18 .

Dante devia ter-se assegurado, quando fez a escolha do seu grupo de estrelas, da posição delas, a respeito do meridiano e do horizonte, na manhã e na tarde do dia em que imagina fixar sobre elas a sua atenção, no Purgatório. E se por *prima gente* quer indicar os primeiros habitantes dos lugares da Terra, situados numa certa latitude boreal, devia ter também verificado que as suas estrelas eram visíveis dessa latitude na época da Criação, tendo deixado de o ser, passado certo tempo, em virtude do movimento lentíssimo do céu estrelado de ocidente para oriente.

Para a primeira indagação precisava Dante determinar as coordenadas equatoriais das suas estrelas para a época da viagem, o que podia

fazer, partindo das coordenadas eclípticas, pelos três métodos já indicados. Angelitti aplica os três processos à determinação das coordenadas equatoriais do ponto central das quatro estrelas do Centauro, partindo dos valores da latitude e longitude celestes, acima registadas para a época da viagem. Começando pelo método analítico, aplica primeiro as modernas fórmulas de transformação de coordenadas e, em seguida, refaz o cálculo, como ele se podia efectuar no século XIV, empregando a regra de Albaténio e as tábuas então em uso. Acaba por fixar-se nos valores seguintes das coordenadas equatoriais do ponto central, para a época da viagem (1):

ascensão recta = 174° 1′,
declinação = — 54 21 .

Aplicando depois o método gráfico, mais fácil, embora menos rigoroso, obtém uma declinação de — 54° e uma ascensão recta de 175°.

Já vimos como o mesmo problema se pode resolver mecânicamente, por meio dum globo celeste. Este deve ter sido o processo empregado por Dante. Os globos celestes, ou astrolábios esféricos, em uso no seu tempo, permitiam um rigor maior que os actuais; e assim ele podia efectuar com grande facilidade e rapidez, e suficiente aproximação, aquela mudança de coordenadas.

Conhecidas as coordenadas equatoriais do ponto central das quatro estrelas, resta saber a sua posição a respeito do horizonte e do meridiano, nos instantes em que o poeta imagina ter feito as suas observações, isto é, resta determinar a sua altura e o seu ângulo horário. O ângulo horário duma estrela, ângulo formado pelo seu círculo horário com o meridiano, obtém-se subtraindo a ascensão recta do astro da ascensão recta do meridiano.

Os instantes em que Dante imagina as suas observações astronómicas não são definidos com precisão, mas indicados com uma indeterminação poética. Assim, quando, ao romper de alva, diz:

Lo bel pianeta che ad amar conforta
Faceva tutto rider l'oriente
Velando i Pesci che erano in sua scorta,

(1) *Rivista di Astronomia*, t. VII, p. 82

fica-se sabendo que, quando ele saiu a *riveder le stelle*, despontavam no oriente, ou tinham acabado de subir acima do horizonte, os Peixes; mas não fica esclarecido se se trata do signo dos Peixes ou da constelação do mesmo nome. Angelitti examina por isso as três hipóteses, a seguir formuladas: a primeira, que estivesse no horizonte oriental o ponto médio do signo dos Peixes, isto é, o 15.° grau deste signo; a segunda, que no horizonte do oriente se achasse o ponto médio da constelação dos Peixes, que se deve supor correspondente ao 5.° grau do signo de Áries, pois que, no tempo de Dante, as constelações zodiacais se estendiam desde o 20.° grau do signo do mesmo nome até ao 20.° grau do signo imediato; a terceira, que no horizonte oriental estava o primeiro ponto de Áries.

Na primeira hipótese, tem de se determinar a ascensão recta do meridiano, isto é, o grau do equador que estava no meridiano, quando no horizonte oriental do Purgatório passava o 15.° grau do signo dos Peixes. Nos tempos do poeta chamava-se *ascendente* ao grau da eclíptica que subia no horizonte oriental; e ao grau do equador que nele subia no mesmo instante chamava-se *ascensão oblíqua* do ascendente. Subtraindo 90 graus desta ascensão oblíqua, tinha-se o grau do equador que então estava no meridiano, e, portanto, a ascensão recta do meridiano. Esta ascensão recta pode-se determinar aplicando as fórmulas ou as tábuas das ascensões oblíquas dos signos, ou empregando um Globo celeste.

O emprego dos três processos levou Angelitti a adoptar a

$$\text{ascensão recta do meridiano} = 252° \ 29'$$

para o instante em que no Purgatório ascende o ponto médio do signo dos Peixes (1). Primeiro faz o cálculo por meio das fórmulas e refá-lo, em seguida, usando as tábuas que davam as ascensões oblíquas de vários pontos da eclíptica para os diversos climas, tábuas contidas nas obras astronómicas do tempo do poeta. O processo mais simples é, porém, o do globo. Coloque-se um globo celeste na posição correspondente à latitude do Purgatório, com o pólo austral numa altura de 32 graus sobre o horizonte. Faça-se girar o globo até que o 15.° grau do signo

(1) *Rivista di Astronomia*, t. VII, p. 148.

dos Peixes se venha colocar no horizonte oriental. Leia-se então o grau do equador que vem cair debaixo da armila meridiana, e ter-se-á assim a ascensão recta do meridiano. Esta operação faz-se muito ràpidamente, e os globos celestes do tempo de Dante permitiam uma leitura mais rigorosa do que os modernos.

Subtraindo da ascensão recta do meridiano, que era de 252° 29′, a ascensão recta do ponto central das quatro estrelas do Centauro, que era de 174° 1′, obtemos o ângulo horário deste ponto, de 78° 28′, contado desde o meridiano para oeste. O círculo horário do ponto central fazia, pois, de manhã, do lado do ocidente, este ângulo com o meridiano do Purgatório. Entre as observações matutinas e as da tarde mediaram 14 horas, ou 13 horas e meia, como já verificámos. Nesta primeira hipótese contamos como decorridas 14 horas, o que corresponde a um aumento de 210 graus (14×15° = 210°) no ângulo horário. Assim o círculo horário daquele ponto central foi-se movendo para oeste, com a rotação diurna do firmamento, até que, de tarde, quando o poeta imagina observar de novo as estrelas, distava do meridiano um ângulo horário de 288° 28′, contado para oeste, ou, o que é o mesmo, distava do meridiano um ângulo de 71º 32′, contado para leste. Conclui-se, pois, que o círculo máximo, passando pelos pólos do equador e pelo ponto central das quatro estrelas, fazia de manhã, com o meridiano do Purgatório, um ângulo de 78° 28′ do lado do ocidente; e, de tarde, um ângulo de 71º 32′ do lado do oriente. O ponto central estava, pois, de tarde um pouco mais próximo do meridiano, e, portanto, a maior altura sobre o horizonte do que de manhã.

A igual conclusão se chega nas outras duas hipóteses. Na segunda hipótese, em que se supõe ascender no horizonte oriental do Purgatório o 5.° grau de Áries, ter-se-ia uma ascensão recta do meridiano de 275° 50′, e o ângulo horário do ponto central das quatro estrelas seria, pela manhã, de 101º 49′, contado desde o meridiano para oeste. Na terceira hipótese, em que se supõe ascender no Purgatório o primeiro ponto de Áries, ter-se-ia uma ascensão recta do meridiano de 270°, e o ângulo horário daquele ponto central seria de 95° 59′, para oeste. Nestas duas hipóteses deve-se considerar menor o intervalo entre as observações matutinas e as vespertinas; contando decorridas só 13 horas e meia, juntaremos ao ângulo horário da manhã 202° 30′ (13,5×15° = 202°,5), para ter o da tarde. Assim, na segunda hipótese, o ângulo horário seria, à tarde, de 304° 19′ para oeste, ou de 55° 41′ para leste. O círculo horário do ponto central formaria de manhã, com o meridiano, um ângulo de

101° 49′ para o lado do ocidente; e, de tarde, um ângulo de 55° 41′ para o lado do oriente, estando, portanto, muito mais alto que de manhã. Na terceira hipótese, o ângulo horário seria, à tarde, de 298° 29′ para oeste, ou de 61º 31′ para leste. O círculo horário do ponto central formaria, de manhã, com o meridiano, um ângulo de 95° 59′ para o lado ocidental; e, de tarde, um ângulo de 61º 31′ para o lado oriental, estando, portanto, então mais elevado sobre o horizonte.

Do diálogo travado entre Dante e Virgílio no momento das observações astronómicas vespertinas, resulta que as quatro estrelas vão perto da sua passagem inferior pelo meridiano e, portanto, próximas da sua altura mínima sobre o horizonte, tendo estado, no instante das observações matutinas, perto da passagem superior, e, portanto, próximas da sua altura máxima sobre o horizonte. Não podemos, pois, supor que estas estrelas estivessem situadas junto das pernas do Centauro, porque, se assim fosse, resultaria, como acaba de mostrar a discussão feita nas três hipóteses consideradas, que as quatro estrelas estariam no momento das observações da tarde mais altas do que de manhã, o que está em completo desacordo com as condições definidas pelo poeta.

Qualquer pessoa pode ter uma fácil confirmação do resultado a que acabamos de chegar, com o simples emprego dum globo celeste. Colocando um globo qualquer, mesmo um dos modernamente construídos, na posição correspondente ao Purgatório, isto é, com o pólo austral elevado 32 graus sobre o horizonte, e trazendo o primeiro ponto de Áries ao horizonte do lado do oriente, verifica-se imediatamente que o Cruzeiro do Sul fica a oeste, num ângulo horário de cerca de 85 graus. No ano de 1300, em que as ascensões rectas destas estrelas eram menores, do que hoje são, cerca de 8 graus, o ângulo horário devia ser duns 93 graus. No momento das observações matutinas estava o Cruzeiro do Sul bem longe do meridiano, pois ia afastado dele 93 graus para ocidente. É tamanha a discordância com as indicações do poeta que se pode logo concluir que as quatro estrelas não podem ser as do Cruzeiro, nem as de qualquer outro grupo vizinho desta constelação, como aquele que temos vindo considerando.

Os propugnadores do Cruzeiro do Sul procuram as três *facelle* na região celeste que, tendo a mesma declinação deste asterismo, dele dista cerca de 12 horas em ascensão recta. Rejeitado, porém, o Cruzeiro, tem de renunciar-se a esta escolha do grupo das três estrelas, porque elas não satisfariam também à condição de irem próximas do meridiano nos

instantes das observações. E, demais, a Achernar, que todos eles incluem entre as três, não era conhecida de Dante.

De tudo o que temos dito resulta já que não foi entre as estrelas mais brilhantes do Centauro que Dante tomou as quatro *chiare stelle*. Tal hipótese envolve erros incompatíveis com o grande saber astronómico do poeta e com a precisão e cuidado que ele sempre põe nas suas afirmações. Não queremos, porém, terminar esta análise sem examinar a interpretação do Cruzeiro do Sul, ou, antes, do grupo estelar que, mais racionalmente, o deve substituir, debaixo do ponto de vista da condição expressa no verso — «non viste mai fuor che alla prima gente».

Dum modo análogo ao já descrito para a época da viagem, deduzem-se das coordenadas eclípticas, relativas à época da Criação, do ponto central do grupo de quatro estrelas, o mais brilhante e mais compacto do Centauro, as seguintes coordenadas equatoriais:

ascensão recta	=	125° 29′,
declinação	=	— 32 46 .

Este ponto central, tendo na época da Criação uma declinação austral de 32° 46′, distava do pólo sul 57° 14′, e era então visível de todos os lugares boreais de latitude geográfica inferior a 57° 14′. O grupo inteiro das quatro estrelas podia ser visto nas latitudes boreais inferiores a 50°.

Os propugnadores do Cruzeiro, ou dum grupo estelar vizinho, têm entendido por *prima gente* os primeiros habitantes dos lugares situados numa latitude boreal de 30°. Verificámos que, na época da viagem, o ponto central do grupo, que vimos considerando, tinha uma declinação austral de 54° 21′ e distava, portanto, 35° 39′ do pólo sul. Assim, não só o ponto central, mas todo o grupo, se podia observar na latitude boreal de 30°. A situação proposta da primeira gente nesta latitude geográfica tem, pois, de ser rejeitada, porque, em vez de serem aí as estrelas visíveis apenas nos primeiros tempos depois da Criação, como se pretende, elas continuaram a ser constantemente visíveis, e ainda o eram na época da viagem.

Na hipótese do Cruzeiro, ou dum grupo vizinho, a *prima gente*, se era aquela gente que nos primeiros tempos contemplou estas estrelas e depois deixou de as ver, teria de ser, pois, colocada numa latitude bastante superior a 30°, na de 45°, por exemplo. Nesta latitude o ponto

central das quatro estrelas do Centauro deixaria de se ver, quando ele atingisse a declinação austral de 45°. Como, segundo a teoria da oitava esfera de Ptolomeu, as latitudes das estrelas se conservam constantes, aumentando as longitudes um grau por século, é preciso determinar o valor que tomaria a longitude do ponto central, quando a sua declinação se tornasse igual a — 45°, sabendo-se que a sua latitude celeste era sempre de — 50° 18′. Há assim a resolver um problema de astronomia esférica — achar a longitude dum astro, cuja latitude celeste e declinação são dadas —, o que podemos fazer pelo método analítico, pelo método gráfico ou por meio dum globo celeste. Os astrolábios esféricos do tempo de Dante permitiam resolver o problema com rapidez e exactidão (1). A longitude do ponto central, correspondente àqueles valores de latitude e declinação, seria de 180° 20′; e, como a longitude na época da Criação era de 139° 50′, teria havido um aumento de 40° 30′ na longitude, o qual se teria efectuado num período de quarenta séculos e meio. Este é o intervalo de tempo decorrido entre a época da Criação e aquela em que o ponto central das estrelas se havia de tornar visível na latitude boreal de 45°. Os habitantes desta latitude teriam, pois, visto este ponto durante 4050 anos, tendo-se-lhes tornado circumpolar oculto pelo ano de 1150 a. C.

7. *A hipótese da Ara, segundo Rizzacasa.* — Foi Rizzacasa de Orsogna quem primeiro censurou os astrónomos que têm defendido a hipótese do Cruzeiro do Sul, por não terem sequer consultado um globo celeste, para verificarem se as estrelas desta constelação ocupavam as posições indicadas pelo poeta; ele foi também quem primeiro procurou no catálogo de Ptolomeu as estrelas dantescas. Tendo colocado um globo com o pólo austral numa altura de 32 graus sobre o horizonte, e com o 255.° grau do equador debaixo da armila meridiana, pôde assim considerar o aspecto do céu como ele se oferecia à observação dos poetas, na hora matutina da chegada ao Purgatório. A constelação da Ara ia próxima da sua passagem pelo meridiano. O Cruzeiro ia longe dele do lado do ocidente, quase a meio do seu curso descendente; de tarde, passadas 14 horas, devia, pois, ir no hemisfério oriental a mais de meio do seu curso ascendente, de modo que estava mais alto que de manhã.

(1) *Rivista di Astronomia*, t. VII, pp. 466 a 470

Esta simples inspecção do globo celeste, que basta para se rejeitar a hipótese do Cruzeiro, ou dum grupo vizinho, chamou a atenção de Rizzacasa para a constelação da Ara.

A Ara, também chamada *Lar* e *Turíbulo*, é a constelação n.° 46 do catálogo ptolomaico, formada por sete estrelas, cujas coordenadas e grandezas, segundo Ptolomeu, se resumem no quadro junto, pela ordem crescente das longitudes (1).

CONSTELAÇÃO DA ARA

N.º DA ESTRELA	LONGITUDE	LATITUDE	GRANDEZA
1	Escorpião 20º 40′ = 230º 40′	—30º 20′	5
2	» 20 50 = 230 50	—34 15	4
3	» 25 0 = 235 0	—33 20	4
4	» 25 10 = 235 10	—34 10	4
5	» 26 20 = 236 20	—26 30	4
6	» 27 40 = 237 40	—22 40	5
7	Sagitário 3 0 = 243 0	—25 45	4

Estas sete estrelas são todas pouco brilhantes, pois estão classificadas na quarta e quinta grandezas. Rizzacasa, porém, reportando-se à origem mitológica da constelação da Ara e à teoria da sua influição (2) segundo Arato, entende que as quatro *chiare stelle* são as quatro primeiras da tabela, e que as três *facelle* são as três últimas, tendo estas estrelas, apesar da sua pequena grandeza, sido escolhidas por Dante por causa da sua importância mitológica.

A inspecção da coluna das latitudes mostra logo como se fez naturalmente a separação dos dois grupos de estrelas, de que resultou a figura da constelação: as últimas três, mais próximas do equador, formam a

(1) *Rivista di Astronomia*, t. VI, p. 844.
(2) «Que *influição* de sinos & de estrellas,» (*Os Lusíadas*, V, 23).

base da constelação; as quatro primeiras formam, do lado do pólo, as chamas do fogo que arde em cima do lar ou altar. Quando a Ara vem na sua passagem inferior pelo meridiano, as quatro estrelas das chamas estão mais altas que as três da base; Rizzacasa, porém, supõe que Dante imaginara a constelação colocada numa posição invertida,

FIG. 52 — Figura da constelação Aras, reproduzida dos Libros del Saber de Astronomia ([1]).

tendo este equívoco levado o poeta a considerar, nas observações da tarde, as quatro estrelas mais baixas que o grupo das três. Imaginando assim a Ara, com as chamas voltadas para o equador e a base do lado do pólo antárctico, quando ela de manhã ia próxima da passagem superior meridiana, as quatro estrelas das chamas deviam ficar por cima das três da base; de tarde, depois da passagem inferior, a constelação tinha já executado meia volta, as quatro estavam por baixo, tendo as três passado para cima delas. É esta inversão na posição relativa dos dois grupos,

([1]) As estrelas n.os 1 a 4, da tabela, são as quatro que se vêem no meio das chamas; as outras três estão na base da constelação, a n.° 5 no meio e em cima, e as n.os 6 e 7 nos extremos do friso, em baixo. Esta figura está no centro da «Rueda de las estrellas del Fogar», que se encontra em frente da página 114 do tomo I dos *Libros del Saber* de *Astronomia del Rey D. Alfonso X de Castilla*. Os astrónomos afonsinos conservaram as latitudes de Ptolomeu e transportaram as longitudes para o ano de 1251 da era vulgar, juntando-lhes 17º 8′.

operada pelo movimento diurno, que, segundo Rizzacasa, o poeta exprime quando faz dizer a Virgílio:

Le quattro chiare stelle
Che vedevi staman, son di là, basse,
E queste son salite ov'eran quelle.

É uma interpretação bem diferente da que se dá a estes versos na hipótese do Cruzeiro.

Angelitti submete as estrelas da Ara a uma análise semelhante à que fez a respeito das quatro estrelas do Centauro. Resumiremos apenas os resultados.

O quadro seguinte dá as posições das estrelas da Ara, para as épocas da Criação e da viagem, deduzidas do catálogo de Ptolomeu, subtraindo das longitudes, que se lêem na última tabela, 53° 22′ e somando 11 ° 38′, segundo a regra atrás exposta.

CONSTELAÇÃO DA ARA

N.º DA ESTRELA	LONGITUDE		LATITUDE
	NA ÉPOCA DA CRIAÇÃO	NA ÉPOCA DA VIAGEM	
1	177º 18′	242º 18′	—30º 20′
2	177 28	242 28	—34 15
3	181 38	246 38	—33 20
4	181 48	246 48	—34 10
5	182 58	247 58	—26 30
6	184 18	249 18	—22 40
7	189 48	254 48	—25 45

Tomando a média destes números, Angelitti restringe as suas considerações ao ponto central das estrelas da Ara, cujas coordenadas são as seguintes:

longitude na época da Criação = 182° 11′,
longitude na época da viagem = 247 11 ,
latitude constante nas duas épocas = — 29 34 .

A estas coordenadas eclípticas correspondem, na época da viagem, as coordenadas equatoriais

ascensão recta = 237° 56′,
declinação = — 50 33 .

Supondo que, no momento das observações matinais, ascendia no horizonte oriental o 15.° grau do signo dos Peixes, a ascensão recta do meridiano seria de 252° 29′, e o ponto central da Ara teria o

ângulo horário = 252° 29′ — 237° 56′ = 14° 33′.

Como um ângulo de 15° corresponde a uma hora, conclui-se que, neste instante, o ponto central tinha atravessado superiormente o meridiano havia pouco menos de uma hora.

Se supusermos que ascendia o 5.° grau do signo de Áries, a ascensão recta do meridiano seria de 275° 50′, e o ponto central teria o

ângulo horário = 275° 50′ — 237° 56′ = 37° 54′,

havendo, portanto, cerca de duas horas e meia que passara ao meridiano.

Na hipótese, finalmente, de ascender no horizonte o primeiro ponto de Áries, a ascensão recta do meridiano seria de 270°, e o ponto central teria o

ângulo horário = 270° — 237° 56′ = 32° 4′,

tendo passado pela sua culminação havia pouco mais de duas horas.

Para termos os ângulos horários no momento das observações vespertinas, juntaremos, aos ângulos da manhã, 210° na primeira hipótese, e apenas 202° 30′ na segunda e terceira, como anteriormente. Acha-se assim, na primeira hipótese, o

ângulo horário = 224° 33′,

na segunda, o

ângulo horário = 240° 24′,

na terceira, o

ângulo horário = 234° 34′.

Como a passagem inferior pelo meridiano corresponde a um ângulo horário de 180°, vê-se que o ponto central da Ara tinha, de tarde, passado

inferiormente pelo meridiano havia cerca de três horas no primeiro caso, cerca de quatro no segundo e cerca de três horas e meia no terceiro.

Tendo o ponto central uma declinação austral de 50° 33′, distava 39° 27′ do pólo sul, e, portanto, na sua passagem inferior pelo meridiano, descia 7° 27′ abaixo do horizonte do Purgatório, situado numa latitude austral de 32°. É, pois, essencial saber se ele tinha já surgido acima do horizonte no momento das observações da tarde, para se verificar se então a Ara se podia observar. Assim, tem de se resolver o problema de astronomia esférica, da determinação das coordenadas horizontais, azimute e altura, dum ponto da esfera celeste, de que se conhecem o ângulo horário e a declinação. Este problema resolve-se, como o da passagem das coordenadas eclípticas para as equatoriais, pelo método analítico, pelo método gráfico, ou, muito fàcilmente, pelo emprego dum globo celeste.

Na primeira hipótese, o ponto central tinha de tarde, no Purgatório, as seguintes coordenadas horizontais:

azimute	=	333°	31′,
distância zenital	=	88	33 ,
altura	=	1	27 .

O azimute é contado desde o ponto sul do horizonte para oeste. O ponto central tinha surgido havia pouco, achando-se apenas na altura de cerca de 1 grau e meio. A constelação da Ara estava, pois, aproximadamente, metade acima e metade abaixo do horizonte.

Na segunda hipótese, as coordenadas horizontais são:

azimute	=	326°	4′,
distância zenital	=	81	47 ,
altura	=	8	13 .

O ponto central estava a pequena altura, de cerca de 8 graus sobre o horizonte. A constelação tinha acabado de surgir, toda, acima do horizonte.

Na terceira hipótese, as coordenadas horizontais são:

azimute	=	328°	39′,
distância zenital	=	84	27 ,
altura	=	5	33 .

O ponto central estava cerca de 5 graus e meio sobre o horizonte, e a constelação vinha, quase toda, acima do horizonte.

A interpretação de Rizzacasa, que reúne num mesmo asterismo as quatro estrelas da manhã e as três *facelle* da tarde, não é contrariada pelos resultados que acabamos de resumir. A constelação da Ara satisfaz a condição, geralmente exigida, de se achar, de manhã, perto da sua culminação no meridiano. No momento das observações da tarde ela já se elevava, metade pelo menos, acima do horizonte, podendo, pois, ver-se as três estrelas que, segundo as suposições feitas, então deviam estar acima do grupo das quatro. Mas aqui se apresenta uma dificuldade na interpretação de Rizzacasa, pois, estando tão baixas as estrelas da Ara, mal pode dizer-lhes respeito a pergunta de Virgílio a Dante: «Figliuol, che lassù guarde?». Tal pergunta faz supor que as três *facelle* iam bem altas no firmamento.

Vejamos finalmente as condições de visibilidade das estrelas da Ara, desde a época da Criação. Das coordenadas eclípticas do ponto central da Ara, atrás registadas, deduzem-se as seguintes coordenadas equatoriais, para a época da Criação:

ascensão recta	=	169° 10′,
declinação	=	— 27 45 .

O ponto central distava, pois, 62° 15′ do pólo sul, e era por isso visível de todos os lugares do hemisfério boreal de latitude geográfica inferior a 62° 15′. E toda a constelação da Ara se podia observar dos lugares da Terra de latitude boreal inferior a 56 graus, na época da Criação.

Consideremos, em especial, os habitantes duma latitude boreal de 45°. Para estes, o ponto central da Ara tornar-se-ia invisível quando atingisse uma declinação austral de 45°. Como a latitude celeste deste ponto era constantemente igual a — 29° 34′, procure-se a longitude correspondente a tal latitude e a uma declinação de — 45°. Acha-se assim uma longitude celeste de 227° 14′, a qual é 45° 3′ maior do que a longitude de 182° 11′, que o mesmo ponto tinha na época da Criação. Seria, pois, necessário que decorressem quarenta e cinco séculos, desde esta época, para que o ponto central se tornasse circumpolar oculto para aqueles habitantes, o que sucederia pelo ano de 700 antes de Cristo. Assim, na interpretação de Rizzacasa, a *prima gente* podia ser a gente que habitou, nos primeiros quarenta e cinco séculos, os lugares da Terra situados por 45° de latitude boreal.

8. *A hipótese da Ara, segundo Angelitti*. — Angelitti aceita, da explicação de Rizzacasa, apenas a identificação das quatro estrelas da manhã com as que formam as chamas da Ara, excluindo deste asterismo as três estrelas da tarde. Desagradando-lhe também supor, com Rizzacasa, que Dante, por equívoco, tivesse invertido a posição real da Ara, restitui esta à sua verdadeira situação com a base do lado do equador, de modo que, quando a Ara surgia no horizonte, as quatro estrelas das chamas, mais próximas do pólo austral, nasciam primeiro, e em qualquer das três hipóteses, atrás consideradas, eram já visíveis no momento das observações da tarde.

E assim como os propugnadores do Cruzeiro do Sul procuraram o grupo das três estrelas numa região celeste com a mesma declinação do Cruzeiro, mas distante dele doze horas em ascensão recta, Angelitti foi procurá-las na região celeste que, tendo a mesma declinação das chamas da Ara, precede esta constelação 10 horas em ascensão recta; de maneira que, quando, decorrido o intervalo de catorze horas entre as observações da manhã e as da tarde, as quatro estrelas das chamas se vêem a pequena altura acima do horizonte, as três estrelas vão altas, pouco depois da sua passagem superior pelo meridiano, aproximadamente na mesma posição que o grupo das quatro ocupava de manhã. Satisfazem a condição requerida as três estrelas, registadas em último lugar, com os números 43, 44 e 45, na constelação de Argo, no catálogo de Ptolomeu. A estrela 44 é a Canopo, *α Argi*, de primeira grandeza. As estrelas 43 e 45 identificam-se, respectivamente, com as que actualmente se designam por *ν Puppis* e *τ Puppis*. A grandeza destas duas é classificada por Ptolomeu como *terceira magna*, devendo, portanto, colocar-se entre a segunda e a terceira grandeza.

A interpretação de Rizzacasa, assim modificada por Angelitti, satisfaz bem as condições em que o poeta define a posição dos dois grupos de estrelas, exceptuando uma. Nem as estrelas da Ara, nem as três escolhidas na Argo, estão suficientemente vizinhas do pólo austral, para junto do qual Dante dirige os olhos cheios de curiosidade:

Gli occhi miei ghiotti andavan pure al cielo
Pur là dove le stelle son più tarde,
Si come ruota più presso allo stello.

9. *A hipótese de serem fictícias as estrelas.* — Muitos comentadores entendem que, nem as quatro *chiare stelle* da manhã, nem as três

facelle da tarde, devem ser procuradas entre as estrelas já catalogadas no tempo de Dante, por serem todas elas astros fictícios. As estrelas conhecidas do poeta, em número de 1022, «secondo chè li savii d'Egitto hanno veduto, infino all' ultima stella che appare loro in meridie», eram as do catálogo de Ptolomeu, observadas em Alexandria, numa latitude boreal de 31º. Das quatro estrelas da manhã, diz Dante expressamente que elas não foram vistas senão pela *prima gente*, nada dizendo, a tal respeito, do grupo das três. Se as sete estrelas são fictícias, ele deve tê-las imaginado naquela região celeste que, desde a Criação até ao seu tempo, tendo-se em consideração o duplo movimento do céu estrelado, nunca pôde ser vista senão pelos habitantes da zona terrestre compreendida entre o equador e o paralelo de 31 ° de latitude boreal. Estes habitantes constituiriam a primeira gente, não por ordem do tempo, mas pela ordem de situação no globo, contada desde o equador.

Em contraposição à primeira gente haveria um *settentrional vedovo sito*, região privada da vista daquelas estrelas pela sua posição ao norte da latitude boreal, para a qual tais estrelas seriam de perpétua ocultação.

É natural, porém, supor-se que em vez de limitar a zona da «primeira gente» pelo paralelo de Alexandria, o poeta pensasse antes no paralelo de Jerusalém, que mais lhe importava considerar, situado em 32 graus de latitude boreal, 1 grau apenas mais ao norte, e donde também as 1022 estrelas eram, de facto, todas visíveis. O Purgatório ficava numa posição antípoda de Jerusalém, de forma que a calote celeste, circumpolar oculta na latitude de Jerusalém, era precisamente a calote circumpolar aparente no Purgatório. Na latitude boreal de 32 graus, é circumpolar oculta a calote celeste, tendo por base o círculo descrito em torno do pólo sul, com um raio esférico de 32 graus. Dentro desta calote devem ter ficado constantemente compreendidas as quatro estrelas, durante todo o tempo decorrido desde a Criação até à época da viagem, para delas se poder dizer que nunca tinham sido vistas senão pela primeira gente, se esta gente é constituída pelos habitantes dos lugares boreais de latitude inferior a 32 graus; satisfeita essa condição, elas não podiam ter sido vistas dos lugares ao norte do paralelo boreal de 32 graus.

Na hipótese de serem fictícias as estrelas, podem, dentro de certos limites, escolher-se arbitràriamente as suas posições. Vamos resumir uma das soluções propostas por Angelitti.

Os dois grupos estelares têm a mesma declinação austral, mas o das três precede dez horas, em ascensão recta, ao grupo das quatro.

Estas formam uma cruz com a haste dirigida para o pólo austral da eclíptica, tendo, portanto, a mesma longitude, tanto a estrela do pé como a da cabeça da Cruz fictícia. O grupo das três forma um triângulo equilátero, com uma das bissectrizes na direcção do pólo sul da eclíptica.

Como Dante diz que, de tarde, as três *facelle* tinham *subido* ao lugar que as quatro ocupavam de manhã, deve supor-se que este lugar era antes da passagem superior pelo meridiano, pois que, se esta passagem se tivesse já efectuado, o movimento das estrelas seria então de *descida*. E como também diz que as quatro *chiare stelle* iam, à tarde, baixas, pode supor-se que elas estavam no meridiano, debaixo do pólo do equador, na sua passagem inferior. De manhã, catorze horas antes, elas estavam, pois, do lado oriental, duas horas antes da sua passagem superior pelo meridiano e, portanto, num ângulo horário de 330 graus. Atribua-se ao pé da Cruz fictícia este ângulo horário de 330 graus, contados no sentido do movimento diurno, no momento das observações matutinas. Dê-se-lhe uma declinação austral de 80 graus, sendo, portanto, a sua distância polar de 10 graus. Assim a estrela do pé ficará suficientemente vizinha do pólo sul.

… là dove le stelle son più tarde,
Si come ruota più presso allo stelo.

A ascensão recta do meridiano, limitando-nos à primeira hipótese, de ascender, de manhã, no horizonte do Purgatório a 15° grau do signo dos Peixes, era, como sabemos, de 252° 29′. Como o pé da Cruz fictícia se achava então 30° para leste do meridiano, a sua ascensão recta era de 282° 29′. A esta ascensão recta e a uma declinação de — 80° correspondem uma longitude celeste de 273° 55′ e uma latitude celeste de — 56° 40′, para a época da viagem, valores estes que se podem obter pelo método analítico, gráfico ou mecânico, como na resolução do problema inverso.

Para termos a longitude e a latitude na época da Criação, devemos conservar a mesma latitude de 56° 40′, segundo as ideias de Dante, e subtrair 65° da longitude, visto terem decorrido sessenta e cinco séculos entre as duas épocas, o que dá uma longitude celeste de 208° 55′. A estas coordenadas eclípticas correspondem uma ascensão recta de 169° 27′ e uma declinação de — 60º 43′, e, portanto, uma distância polar de 29° 17′.

A distância polar da estrela do pé da Cruz fictícia era, na época da Criação, de 29° 17′ e, na da viagem, de 10°. Ela veio sempre diminuindo durante os sessenta e um primeiros séculos desde a Criação, como vamos ver, até atingir o valor mínimo de 9° 50′, e aumentou em seguida, nos quatro séculos anteriores à viagem, até tomar o valor de 10°. A estrela conservou-se, pois, sempre invisível nos lugares situados ao norte do paralelo boreal de 32 graus.

A cabeça da Cruz fictícia considera-se formada por uma estrela, com a mesma longitude da do pé, e com uma latitude celeste menor cerca de 3° 44′, de modo que a haste da Cruz tem uma extensão de cerca de sete vezes o diâmetro da Lua. Verifica-se que também esta estrela se conservaria invisível nas latitudes boreais superiores a 32 graus.

Como vimos no n.° 2 deste capítulo (p. 233), obtêm-se o valor máximo, ou o mínimo, de declinação duma estrela, atingidos com o movimento lento do firmamento, somando à sua latitude celeste, ou subtraindo dela, os graus de inclinação da eclíptica sobre o equador. Assim, a estrela do pé da Cruz fictícia teria a declinação máxima, austral, de 56° 40′ + 23° 30′ = 80° 10′. Como a estrela é austral, este valor seria atingido quando ela estivesse no semicoluro dos solstícios que passa pelo princípio de Capricórnio, isto é, quando a sua longitude fosse de 270°. A declinação teria o valor mínimo de 56° 40’ — 23° 30′ = 33° 10′, quando a estrela estivesse no semicoluro dos solstícios que passa pelo princípio de Câncer, isto é, quando a sua longitude fosse de 90°. Assim, esta estrela, que, na época da Criação, tinha uma longitude celeste de 208° 55′ e uma declinação austral de 60° 43′, a que corresponde a distância polar de 29° 17′, teria, volvidos aproximadamente sessenta e um séculos, uma longitude de 270°, adquirindo então a declinação máxima austral de 80° 10′, a que corresponde a distância polar mínima de 9° 50′. Depois, durante os quatro séculos decorridos até à época da viagem, a longitude aumentaria até 273° 55′ e a declinação diminuiria até 80°, sendo, portanto, de 10° a distância polar.

Como a mínima declinação, atingida pela estrela do pé da Cruz, durante o movimento lento do firmamento, é de 33° 10′, a calote do globo terrestre, limitada pelo paralelo traçado em torno do pólo norte com um raio esférico de 33° 10′, é a calote de *perpétua ocultação* para esta estrela. O paralelo terrestre, de 56° 50′ de latitude geográfica boreal, destaca, pois, para o norte, sobre a superfície da Terra, uma calote para a qual a estrela é de perpétua ocultação. Os lugares nela situados constituiriam o *settentrional vedovo sito*, em relação ao pé da Cruz fictícia.

Não entraremos em mais particularidades. Admitindo que Dante imaginou os seus dois grupos de estrelas na região circumpolar austral, inobservada pelos astrónomos do Egipto, outras soluções se podem formular, além da que acabamos de resumir, satisfazendo a todas as condições de posição indicadas pelo poeta. Essas soluções podia Dante ter visto, num simples volver de olhos, sobre um globo celeste. Ele teria assim deixado as suas quatro *chiare stelle* e as três *facelle* numa indeterminação poética.

10. *Conclusão*. — Das três interpretações, cuja análise acabamos de fazer, aquela que considera fictícias as estrelas dantescas, e à qual se inclina Angelitti, é a que satisfaz a todas as indicações do poeta. A interpretação da Ara, de Rizzacasa, com a própria modificação introduzida por Angelitti, não chega a satisfazer completamente. A hipótese, porém, do Cruzeiro do Sul é inaceitável, como ficou bem patente. Esta última conclusão é a que sobretudo nos importa.

Alguns comentadores de *Os Lusíadas* aproximam da primeira parte da estância V, 14:

Ia descuberto tinhamos diante
La no nouo Hemisperio noua estrella,
Não vista de outra gente, que ignorante
Algũs tempos esteue incerta della:

a passagem do *Purgatório:*

... e vidi quattro stelle
Non viste mai fuor che alla prima gente,

dando como certo que à *nova* estrela, isto é, à *nova* constelação, de que fala Camões, já Dante aludia com as suas *quattro stelle*. Fica provado o erro de tal opinião, que tem tido o inconveniente principal de contrariar o reconhecimento da origem portuguesa do Cruzeiro, justamente registada por Camões naqueles versos.

Provam esta origem: o *Tratado da Agulha de Marear* do piloto João de Lisboa, redigido em 1514, onde se ensina o uso náutico do Cruzeiro do Sul; e a carta que a D. Manuel escreveu, de Vera Cruz, o físico Me João, piloto de Cabral, em 1 de Maio de 1500, falando-lhe já desta constelação. Vimos, no anterior capítulo, como as quatro estrelas da *mandorla* descrita na carta de Vespúcio, de 18 de Julho de 1500,

não podem ser as do Cruzeiro. Finalmente, acabou de mostrar-se que também a este asterismo não pertencem as quatro estrelas de Dante.

Não pode, pois, restar dúvida que foram os marinheiros portugueses que souberam destacar no firmamento este grupo estelar, tão próprio para lhes servir de guia nas navegações austrais. Camões enaltece, no seu imortal poema, este honroso facto, que bem prova o saber astronómico dos navegadores portugueses, os quais descobriram, não só novas terras e novos mares, mas, «o que mais é, novo céu, novas estrelas».

ÍNDICE SISTEMÁTICO*

*Abila: 191.
Abrãao: 117.
Academia das Ciências de Lisboa: 33[2], 78[1], 88[1], 211, 212[1].
Achernar, Estrela: 249, 251, 259.
Adamastor, Gigante: 102, 104, 137, 173.
Adão: 236
***Affonso** (O Príncipe): 64.
Afonso X (de Castela), Rei: 20, 21, 40, 42, 49, 181, 183, 188.
Áfrico, Vento: *138, 139.
África: 103[2], 113, 139, 155, 158, 159, 193, 194, 211, 230, *230.
Afrodísias: 83[1].
Agulhas, Cabo das: 158, 215.
Ahamed ben Khalef: 181.
Albaténio: 18, 78, 220, 252, 254, 255.
Alcácer do Sal: 15.
Alcalá de Henares: 15, 143.
Alemanha: 13, 74.
Alencastro: 142.
Alenquer, Pêro de: 103, 107.
Alexandre (de Afrodísias): 83[1].
Alexandria: 18, 71, 74, 78, 134, 135, 196, 197, 244, 251, 268.
Alfragano. Muhamedis: 18, 19, 134.
Aljubarrota, Batalha de: 125.
ALMAGESTO, de Ptolomeu: 18, 19, 245.
Almamon (Califa de Bagdad): 18.
ALMANACH PERPETUUM, de Abraham Zacuto: 4, 108, 109, 111, 125[1], 170, 186, 187, 188.
Almeon (Astrónomo): 37.
Altura do Pólo — Vide Latitude.
*Amalthea: 126.
Ambrosio: 175, 176[1].
América: 156.
Ancora, Praia de: 7.
*Andromeda (Constelação): 91.
Anes, Pêro: 200, 201, 204, 212.
Angeliti: 7, 195, 195[1], 217[1], 225[1], 247, 253, 254, 255, 256, 263, 267, 268, 271.
ANNAES SCIENTIFICOS DA ACADEMIA POLYTECHNICA DO PORTO: 15[1].
ANNOTATIONI SOPRA LA LETTIONE DELLA SPERA DEL SACROBOSCO, de Mauro Florentino: 64.
Anrique, (Infante D.): Vide Henrique, Infante D.
Antares (Estrela): 220.
Antártico, Pólo: 36, 41, 199, 207, 209.
Antiguidade: 28, 247.
Antuerpia: 20.
Áphrico, Vento: — Vide Áfrico.
Apolo: 114, *133, *156.
Apolónio (de Perga): 72, 75, 76, 177.
Aquário (Signo): 123, 124.
Ar (Um dos quatro elementos): 97, *98.
Ara (Constelação): *191, 192, 196, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 271.
Árabes: 18, 24, 73, 78, 176, 177, 178, 185.
Arabia: 249, 252.
Arato: 261.
Aracta: 18.
Árcade: 156.
Archetipo: Vide Arquétipo.
Arctos — Vide Ursa Menor e Ursa Maior.
*Arcturo: 131.
Argos (Constelação): *191, 192, *193, *216, 267.
Áries (Signo): 38, 40, 41, 45, 86, 89, 115, 123. 127, 131, 183, 198, 238, 239, 244, 256, 257, 258, 264.
Ariosto: 51, 52.
Aristarco de Samos: 72, 74.
Aristóteles: 50, 72, 78, 79[1], 83, 120, 218.

* Indicam-se a negro os nomes próprios, em versaletes os títulos das obras citadas e em itálico os topónimos; as palavras ou páginas precedidas do sinal * referem-se a citações do Poema.

Arquétipo: *63, 68, 69, *82.
Arquimedes: 78.
Arquivo Nacional da Torre do Tombo: 205[1].
ARTE (DE) ATQUE RATIONE NAUIGANDI, de Pedro Nunes: 21, 33, 40.
ARTE DE NAVEGAR, de Manuel Pimentel: 175.
Artico, Polo: 36, 209.
Ásia; *136, 193, 236.
Asia Menor: 157.
ÁSIA, DÉCADAS DA, de João de Barros: 106, 170, 214.
*Astrea: 125.
Astrolábio: 161-6, 175-83, *186.
Astrologia (Referências à): 140-4.
Astrólogos: 42, 54.
Astronomia: 28, 74, 137.
ASTRONOMIA ELEMENTA, de Alfragano: 18.
ASTRONOMIE, de Lalande: 19[1].
ASTRONOMIE (L') NAUTIQUE AU PORTUGAL À L'ÉPOQUE DES GRANDES DÉCOUVERTES, de Joaquim Bensaúde: 85[1], 147[1], 161[1], 169, 181, 188[1].
Atlântico (Oceano): 103[2], 215.
Atlas (Montes): 12.
Auge: 29, 93; de Saturno: 93: do Sol: 27, 29.
Aulogelio: 139.
Austro (Vento): *127, 138, *146, *215, *235.
Austria: 21
Avelar, André do: 3, 40, 50, 51, 87, 90, 93, 97, 117, 141, 147[2], 154[1], 238.
Averroes: 234.
Azurara, Gomes Eanes de: 57.

Babilónia: 117.
Baco: *125, 141.
Bagdad: 18.
Bailly: 401.
Bandini: 207, 209.
Barreto, João Franco: 55[1].
Barros, João de: 103, 106, 107, 108, 113, 170, 172, 187, 213, 214.
Basileia: 34.
Baviera: 21.
Beatriz: 13, 222, 250.
Beda: 42.
Behaim, Martim: 187, 188.
Bensaúde, Joaquim: 3[1], 19, 58[1], 85[1], 111[1], 147[1], 161[1], 169, 181, 188[1].
Bento, (Nau S.): 194.
*Beotes: 133.
Berlim: 11.
Bérrio (Caravela): 113, 145.
*Bethis: 141.
Bíblia: 40, 237[1].
Biblioteca da Academia das Ciências de Lisboa: 32, 88[1].
Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra: 20, 21, 33, 33[1], 69[1], 108, 161, 207[1].
BIBLIOTECA LUSITANA, de Barbosa Machado: 15.
Biblioteca do Estado (antiga Real) de Munique: 3, 19[2], 58, 85[1], 169.
Biblioteca Nacional de Lisboa: 32, 59, 87[1], 108, 118[1], 199[1], 203[2].
Biblioteca Nacional de Paris: 181.
Biblioteca Pública de Évora: 3, 19, 32, 58, 118, 150, 153, 170, 193.
Ricardo, Ariele: 88.
Billah, Moktafi: 181.
Boa Esperança (Cabo): 6, 12, 102, 103, 104, 107, 137, 138, 147, 158, 173, 194, 213. — Vide Tormentorio, Cabo.
Bode: 209.
Boécio: 69.
Boieiro (Constelação) — Vide Bootes.
Bojador (Cabo); 137.
Boémia, Martinho de — Vide Behaim, Martin.
Boieiro, Constelação do: 235.
Bons Sinais, Rio dos: 127.
Bootes (Constelação): 235.
Boreas (Vento): 146.
Borgia, Cardial: 249.
Borístenes (Clima de): 135.
Bouasse: 76.
Bradley: 19, 46.
Braga, Teófilo: 159[1].
Branco (Cabo): 137.
Brandão, Diogo: 100.
Bras, Angra de S.: 145.
Brasil: 13, 193, 215.
Bússola: 211.
Buzina Setentrional (Ursa Menor): 147, 148, 150, 155, 189, 199, 217.
Buzina Austral (Cruzeiro do Sul): 205, 212.
Byrd, Mary: 6[1].

Cabeça do dragão: 95.
Cabral, Pedro Alvares: 161, 204[1], 271.
Çacuto — Vide Zacuto, Abraão.
Cadamosto, Luís de: 155, 211, 212.
Cães (Constelação): *91.
Caille, de la: 91, 209.
Cajado (Constelação): 160.
Caldeus: 71.
Calendário, Divisões do (Dias, mês e ano): 101-116.
*Calisto (Pólo de): 130, 156.
Camões, Luís de: 1, 2, 3, 4, 5, 7, 11, 12, 13, 15, 16, 25, 28, 30, 31, 34, 43, 44, 45, 47, 48, 51, 52, 53, 54, 55, 57, 58, 62, 65, 66, 76, 78, 79, 83[1], 87[1], 95, 98, 100, 105, 106, 108, 111, 112, 120, 123, 133, 134, 135, 147, 155, 156, 159, 160, 172, 175, 186, 190, 194, 195, 213, 214, 216, 217, 219, 220, 221, 222, 223, 230, 235, 271, 272.
Canárias, Ilhas: 145.

Câncer, Signo de: 39, 86, 123, 131, 132, 133, 232, 233, 270.
Câncer, Trópico de: 131, 134, 137, 173, 178, 184.
CANCIONEIRO GERAL, de Garcia de Resende: 100.
Canopo (Estrela): 209, 210, 210[1], 249, 251, 267.
Cancro (Signo): Vide Câncer, Signo de.
Capricórnio (Signo): 39, 86, 123, 128, 131, 132, 232, 233, 270.
Capricórnio, Trópico de: 123, 132, 137, 159, 173, 178, 179.
Carina (Constelação): 211.
Carlos V (Rei de Espanha): 78, 79.
Carneiro, António: 118[1].
*Carneyro (Signo Àries): 213.
*Carreta (Constelação Ursa maior): 91, 229[1].
Carro: 229, 230, 239.
Carro do Sul (Constelação Cruzeiro do Sul): 211, 212.
Carta de marear: 16.
Carvalho, Joaquim Barradas de: 204[1].
Carvalho, Joaquim Martins Teixeira de: 15[1], 33.
Castela: 20, 141, *141, *142, 207.
Castor e Pollux (Fogo de Santelmo): 12.
*Cassiopea (Constelação): 91.
Castanheda, Fernão Lopes de: 103, 106, 107, 113.
Castelo de Paiva, Barão de — Vide Paiva, António da Costa.
Castro, D. João de: 121, 121[1], 163[1], 165,165[1], 166.
Catão: 229, 240, 241, 251.
Cefeo (Constelação): 150.
Centauro (Constelação): 190, 196, 198, 199, 206, 210, 210[1], 217, 243, 253, 254, 255, 258, 259, 260, 263.
Cera (Deusa): 99, *99.
Cesaris, De: 251.
Ceu: 11, 48, *51, *52, *53, *64, 81, 83, 83[1], 87[2], *102, *112, *114, *118, 129, *160, *191. Aqueo: 42, 81, 88; Cristalino: 42, 81, 88, 89, 93.
Ceuta, Bispo de: 188.
Chaves, Jerónimo de: 3, 43, 96, 116, 117, 124, 139.
China: 12, *130.
Chrispiniano, S.: 105.
Chrispino, S.: 105.
Christmann (Comentador de Albaténio): 18.
CHRONICA DELREY D. AFFONSO HENRIQUES, de Duarte Galvão: 105.
CHRONICA DE D. MANUEL, de Damião de Gois: 103, 106[1], 107.
CHRONOGRAFIA, O REPORTORIO DE LOS TIEMPOS, de Jerónimo de Chaves: 3, 42, 96, 117, 123, 124, 125, 139.
CHRONOGRAFIA O REPORTORIO DE LOS TIEMPOS, de André do Avelar: Vide Reportorio dos Tempos.
Cicero: 52, 78.
Cinosura (Ursa menor): 91, *91, 229[1].
Ciruello, Pedro: 69, 176.
Cisne (Constelado): *91, 150.
Claudiano: 78.
Clavio Bambergensis, Cristóvão: 68, 68[1], 78.
Climas (segundo Alfragano): 134-5.
*Climêne: 130.
Cochim: 199, 200, 201, 204, 212.
Coelho, Adolfo: 56, 57.
Coelho, Nicolau: 12, 145.
COELO (DE), de Aristóteles: 83[1].
Coimbra: 1, 2, 15, 33.
COLECÇÃO DE NOTÍCIAS PARA A HISTÓRIA E GEOGRAFIA DAS NAÇÕES ULTRAMRINAS: 212[1]. Colégio Real de França: 34.
Colombo, Cristóvão: 13.
Colónia: 234.
COLÓQUIOS DOS SIMPLES E DROGAS, de Garcia da Orta: 142.
COMENTÁRIO À ESFERA DE SACROBOSCO, de Clávio: 68, 78.
*Cometas: 58.
COMPENDIO DEL ARTE DE NAUEGAR, de Rodrigo Samorano: 161, 167.
CONVITO (Il), de Dante: 218, 220, 221, 222, 224, 245.
Copernico, Nicolau: 3, 4, 28, 43, 46, 72, 74, 75, 76, 94.
Coração do Leão (Estrela): 220.
Corsali, Andrea: 199, 200, 204, 206, 212, 248, 249.
Correa, Gaspar: 145[1], 185, 188.
Corvo, João de Andrade: 165[1], 166.
COSMOS, de A. von Humboldt: 11, 199[1], 249.
Constantinopla: 141.
CREPUSCULIS (De), de Pedro Nunes: 33[2].
Creta, Ilha de: 235.
Cristo: 62, 74, 116, 117, 134, 148, 150, 157, 266.
CRÓNICA DE D. AFONSO IV, de Rui de Pina: 115.
CRÓNICA DA TOMADA DE CEUTA, de Gomes Eanes de Azurara: 57.
Cruzeiro do Sul (Constelação): S, 148, 189, 213, 217, 243, 248, 249, 251, 252, 253, 258, 259, 260, 261, 263, 267, 271, 272. Falso...: 211, 269, 270.
Cunha, Tristão da: 201.

Dalanquer, Pero — Vide Alenquer, Pero de.
Dante: 7, 13, 52, 54, 55, 195, 207, 208, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 228, 229, 230, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 266, 267, 268, 269, 271, 272.
David: 117.
Delambre: 15, 21, 40.
Deus, João de: 155[1].
Diana: 91, *91, 156.
Dias, Bartolonteu: 137, 138, 145, 146.
Dias, Vicente: 211.
DICCIONARIO DA LINGUA PORTUGUESA, de A. de Morais e Silva: 56, 56[1].

Dido: 160.
Dione: 48.
Dionísio (S.) Areopagita: 220[1].
DIVINA COMÉDIA, de Dante: 195, 196, 228, 246.
Djafor, filho de Moktafi Billah: 181.
Doze (Os) de Inglaterra: 122.
Dragão (Cabeça e Cauda do): 94, 95.
Dresde: 249.
Duarte, Rei D.: 154, 155.
Duhem, Pierre: 79[1], 83[1].

Eanes, Gil: 137.
Eclíptica (Linha): 38, 42.
Egipto: 54, 134, 245, 249, 252, 268, 271.
Egípcios: 71.
Elementos, Os quatro: 83, 84.
ELEMENTOS DE ASTRONOMIA, de Alfragano: 18, 19.
Emispherio: — Vide Hemisfério.
Empireo, Ceu: 31, 34, 43, 61, 63, 81, 85, 93, 99, 218, 219, 221, 245.
Eneias: 160.
ENEIDA: 235.
*Eolo (Vento): 133, 156.
EPHEMERIDES, de Regiomontano: 187, 188.
Eratóstenes: 134, 176[1].
Eridano (Constelação): 251.
ERRATIS (DE) ORANTII FINOEI, de Pedro Nunes: 33[1], 34.
Escorpião (Signo) — Vide Scorpius.
Espanha: 1, 141.
Esfera Celeste, Definição e Movimento da: 61-9.
ESPHAERA (DE), de J. de Sacrobosco: 64, 68.
Espiga (Estrela da Constelação Virgem): 18.
Estagirita: 83[1]. Vide Aristóteles.
Estações do ano: 131-4.
Estrela do Norte: 148, 150, 158, 189, 196, 201, 203, 211.
*Estrelas: 30, 48, 51, 52, 53, 112, 114, 160.
Estrelas, Constituição e movimento das: 47-55.
Estrolomia: 185 — Vide Astronomia.
Etiopia: *132, 213. — Costa da.....: *127.
Eubea, Ilha de: 235.
Euclides: 61, 62, 63.
Eudóxio de Cnido: 71, 83[1], 177.
Euristenis: 175.
Europa: 12, 18, 99, 100, *126, *131, 136, 234. — ...Ocidental: 176, 185. — ...do Sul: 13.
Eusebio: 116.
Eva: 236.

Falkland, Corrente Fria de: 215.
Faras, João: 204, 204[1].
*Fasis: 133, 235.
FASTOS, de Ovidio: 159.
Febo: *2, *43, *44, *55, *88, *89, 90, *99, *101, *112, 112, *117, *122, 123, *160, *219. Fenícios: 150.
Fernandes, Valentim: 3, 118, 118[1].
Ferrara: 19, 176.
Ficalho, Conde de: 142.
Filosofia: 15, 19. — ....de Aristóteles: 83[1] — ....moral: 15, 223.
Fineu, Oroncio: 23, 34, 45.
Fiorentino, M. Mauro: 64, 65.
Firmamento: 21, 81, 86, 89, 90, *9l, 93, 207, 208, 220, 254.
Física: 72, 73, 79[1], 222.
Flammarion, Camile: 199.
Flamsteed: 147[2].
Florença: 64, 207.
Fogo (Um dos quatro elementos): 83, 97, 98.
Fomalhaut (Estrela): 249, 251.
FONTES (AS) DE 'OS LUSÍADAS', de José Maria Rodrigues: 7, 114.
FONTES (AS) DE DUARTE PACHECO PEREIRA NO 'ESMERALDO DE SITU ORBIS', de Joaquim Barradas de Carvalho: 204[1].
Fósforo (Nome de Venus): 114.
França: 74.
Frederico II: 19.
Friburgo: 34.
Fundação Calouste Gulbenkian: 140[3].

*Gabello: 127[1].
Gabinete Português de Leitura do Rio de Janeiro: 56.
Gabriel, (Nau S.): 145, 146.
*Galego: 141.
Galeno: 143.
Galileu: 3, 43.
Galvão, Duarte: 105.
Gama, Paulo da: 12, 145.
Gama, Vasco da: 6, 13, 45, 48, 61, *77, 78, 82, 102, 103[1], 108, 110, 113, 114, 128, 133, 136, 137, 139, 141, 135. 146, 147, 148, 158, 162, 170, 173, 186, 201, 212, 213, 214, 216, 230.
Gâmbia, rio: 211.
Ganges, rio: 213.
Garbino (Vento): 139.
GARCIA DE ORTA E O SEU TEMPO, pelo Conde de Ficalho: 142[1], 143[1].
*Gelanda: 132.
Gémeos (Signo): 73, 123.
Genesis: 42.
Geografia: 137.
GEOGRAPHIA, de Claudio Ptolomeu: 16, 32, 189.
GEOGRAFIA, de Pomponio Mela: 204[1].
Glacial Antártico (Oceano): 215.
Glossário: 57.
Goa: 142.
Góis, Damião de: 103, 106, 107.

**Granada*: 141.
GRANDE SINTAXE MATEMÁTICA: 18 — Vide Almagesto.
Grécia: 73, 157.
Gregório XIII (Papa): 41, 123.
Gregos: 73, 114, 139, 143, 175, 176, 177, 185.
Grifo (Nau): 165.
Guarda dianteira (da Ursa menor): 147[2], 149, 150, 152, 154, 155, 158, 203.
Guardas (Estrelas β e γ Ursae minoris): 147, 149, 150.
Guimarães, Gonçalves: 7.
Guimarães, Rodolfo: 15[1].
Guiné: 187, 213.

Haitam, Ibn-al: 73.
Halifax: 19 — John de ....: Vide Sacrobosco, João de.
Hazan (Rabi Isaac Abensid): 40.
Hebreos: 116.
Helenos: 73.
Hemisfério: *5, *101, *121, *192, 193, *193, *194, *271.
Henrique, Infante D.: 33, 155, 187, 188, 189, *190, 211.
Henriques, D. Afonso: 105, 141.
Herculano, Alexandre: 102[1], 106[1].
Hércules: 231.
Héspero (Nome de Venus): 114.
Hidra (Constelação): *191, 192, 209.
Hiparco: 18, 72, 73, 83[1], 123, 218.
*Hiperionio: 101.
HIPÓTESES DOS PLANETAS, de Ptolomeu: 73.
HISTOIRE DE L'ASTRONOMIE MODERNE, de Baillly: 401.
HISTOIRE DE L'ASTRONOMIE DU MOYEN AGE, de Delambre: 15, 21, 40[1].
HISTOIRE DE LA GEOGRAPHIE DU NOUVEAU CONTINENT, de A. von Humboldt: 208[1], 209[2].
HISTOIRE DE LA SCIENCE NAUTIQUE PORTUGAISE A L'EPOQUE DES GRANDES DECOUVERTES, de Joaquim Bensaúde: 58[1], 111[1].
HISTORIA DO DESCOBRIMENTO DA INDIA, de Fernão Lopes de Castanheda: 103, 107. **Holywood**, John: — Vide Sacrobosco, João de Horas do dia: 120-2.
Horn, cabo: 215.
Humboldt, A. von: 11, 13, 199[1], 208[1], 209, 210[1], 236, 249, 251, 252. —....aprecia Camões: 11-3.
Hveen: 75.

Idade Média: 28, 247.
Idades do Mundo: 116.
Ideler: 209, 210.
India: 11, 12, 115, 138, 194, 199, 201, 213.
INFERNO, de Dante: 55, 237, 238.
Inocêncio Francisco da Silva: 41.
Isaac Abensid (Hazan): 40.
Itália: l, 74, 217, 229.

Jayne, K. G.: 1, 1[1].
Jerusalém: 195, 229, 237, 268.
João II (D.): 108, 137, 145[1], 148, 161, 169, 187, 188.
João III (D.): 15.
João, Mestre: 161, 200, 204, 205, 206, 210, 212.
S. Jorge (Ilhéu): 111, 113.
José, Mestre: — Vide Vizinho, José.
Jovio, Paulo: 78.
Julião, Rio S.: 214, 215.
Juno: *133, 156, *156, *158.
Junta dos Matemáticos: 108, 148, 161, 169.
Júpiter: 3, 20, 30, 36, 48, 91, *90, 93, 94, 95, 96, 114, 138, 140, 156, 220.

Kant: 120.
Kepler: 4, 28, 75, 76.
Köpke, Diogo: 103.
KOSMOS, de A. von Humboldt — Vide: Cosmos.

LABORATORY MANUAL IN ASTRONOMY, de Mary Bird: 6[1].
Lagos: 211.
Laplace: 76.
Latitude (Determinação da): 145-52, 164-71.
LEAL CONSELHEIRO, do Rei D. Duarte: 154.
*Lião (Reino de): 141.
Leo (Signo): 123.
Lebre (Constelação): *91, *191, 192.
Leiria: 4, 108, 170.
Lencastre, F. de Sales: 57.
LENDAS DA ÍNDIA, de Gaspar Correia: 185.
Leoa, Serra: 146.
Leonelo, (Matemático e constructor de instrumentos astronómicos): 79.
Letes, Rio: 250.
Libra (Signo): 38, 41, 45, 86, 89, 123, 131, 198.
LIBRO DEL INFANTE D. PEDRO DE PORTUGAL, de Gomes de Santo Estevão: 140[1].
LIBROS DE LOS ASTROLABIOS: 181; ...dell astrolabio llano: 182; ...dell astrolabio redondo: 181.
LIBROS DEL SABER DE ASTRONOMIA DEL REY D. AFONSO IV, compilados, anotados y comentados por Don Manuel Rico y Sinobas: 21, 49, 181, 262[1].
*Lira (Constelação): 91.
Lira, Manuel de (impressor): 41.
Lisboa: 4, 6, 15, 41, 43, 79, 90, 105, 106, 107, 108, 110, 136, 137, 170, 171, 187.

Lisboa, João de: 190, 200, 201, 204, 206, 210, 271.
LIVRO DE MARINHARIA, de João de Lisboa: 190, 200, 203.
**Lourenço*, Ilha de S.: 127, 138.
Lua: 4, 5, 16, 20, 21, 24, 25, 30, 32, 48, 50, *53, 56, 71, 72, 78, 81, 83, 83[1], 91, 92, 93, 94, 96, 105, 106, 108, 111, *112, 113, 114, 140, 142, 171, 172, 220, 270.
Lucano: 133.
Lucrécio: 160.
Luís, Infante D.: 16.
Lunações: 105-13.
LUSÍADAS (Os), de Luís de Camões: 1, 3, 4, 5, 6, 9, 13, 15, 21[1], 36, 43, 51, 56, 57, 59, 138, 141, 155, 160, 193, 215, 217, 271.
Lusitânia: 118.
*Lusitana, Gente: 141; *Ocidental praia.....:100.
Lusitano, Reino: 12, *99.
Lutecia: 20, 68.
Ly, André de: 118[1].
Lybs (Vento): 139.

Macau: 11.
Mach, E.: 119, 119[1].
Machado, Diogo Barbosa: 15.
Macrobio, Aurélio: 175, 176.
Madrid: 21.
Magalhães, Fernão de: 13, 199, 215, *215.
Magalhães, Nuvens de: 199[3], 210.
MAGNA SINTAXE MATEMÁTICA DA ASTRONOMIA, de Ptolomeu: 73.
Magno, Alexandre: 134.
DE SCIENTIA STELLARUM, de Albaténio: 18.
Maiorca, Jácome de: 188.
Manuel, Rei D.: 55, 118[1], 137, 161, 185, 199, 200, 201, 204, 204[1], 206, 207, 212, 248. *Máquina do Mundo. — Vide Sistema do Mundo.
Máquina pneumática (Constelação): 91.
**Mar Mediterrâneo:* 131.
Mar: 11, *99, *136.
MARGARITA PHILOSOPHICA, de Gregorio Reisch: 34, 47, 49, 63, 69, 81, 86, 92, 93. *Marrocos*: 12.
Marte (Planeta): *2, 20, 28, 30, 36, 48, 50, 72, 75, 91, 94, 95, 96, 114, 140, 218, 220, 224. **Martins**, Oliveira: 4, 4[1].
Matemática: 16, 19, 21. — ...na Universidade de Coimbra: 40.
Matemáticos: 54.
Materno: 78.
Mecânica Celeste: 5, 250.
Medici, Julião de: 199.
Medici, Lorenzo de: 207, 209, 210, 248.
Medicina: 15.
Medina, Pedro de: 175.
Mela, Pomponio: 204[1].
Melinde: 104, 126, 128, 132, 133, 136.
Menelao: 220.
*Menon: 87[2], 102.
*Meotis (Lagoa): 136.
Mercurio (Planeta): 20, 21, 24, 30, 36, 48, *91, 94, 95, 96, 114, 140, 218, 220, 224.
Méroe, Cidade: 135, — Clima de...: 135, 136.
Metafísica: 15, 223.
METAMORPHOSES, de Ovidio: 129, 156.
Miguel (Caravela S.): 145.
Mina: 145, 146.
«Primeiro Móbil»: 42, *43, 81, *85, 87[2], 88, 93, 100, *118, 119, 221.
Moçambique: 6, 111, 112, 113, 127, 128.
Moisés: 40.
Molucas: 11.
Mombaça: 104, 113, *128.
Monterregio, Joannis de: 21, 23, 74, 187.
Morais, A. de: 59.
Moscovia: 13.
MOTU (DE) OCTAVAE SPHARAE, de A. Rício: 40.
Mouros: 106, *146.
Muller, João — Vide Monterrégio, João de.
Mundo: 13, 24, 31, 32, 45, *51, 62, 63, 68, 69, 71, 76, 78, 79, 81, 82, 83[1], 93, 94, 96, 99, *101, *112, *114, 116, 117, 130, 132, 136, *136, *160, 222, 238. — ...de Camões: 218 — ...de Dante: 218, 219. Sistema ou Máquina do...: 76, 78, 81, 82, 83[1], 96, 99.
Munique: 3, 19.
Museu do Cardeal Borgia: 246.
Museu de Instrumentos Antigos de Astronomia Física e Matemática de Florença: 246. Museu Nacional de Nápoles: 246.

*Natura: 144.
Natureza: 11, 12, 120, 144.
*Nau (Constelação): 91.
Nau, F.: 176, 177, 181.
NAVIGATIONI ET VIAGGI, de G. B. Ramusio: 211.
Nazir ad-din at-Tusi: 233.
*Nemesis: 133.
*Nemeyo: 116, 127.
Neptuno: 98, *99, 99, *156, *158.
Neugebauer, P.: 157[1], 196[2], 197.
Newton, Isaac: 4, 5, 76.
Ninfas: *48, 250.
*Nobâ: 135.
Noronha, D. António: 194.
Norte, Estrela do: — Vide Estrela do Norte.
Nothis ou Notho: — Vide Noto (Vento).
*Noto (Vento): *138, 139, *139.
Núbia: 135.
Nonius Salaciensis, Petrus: — Vide Nunes, Pedro.

Nunes, Pedro: 2, 3, 15, 16, 19, 20, 21, 25, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 40, 54, 58, 61, 79, 82, 85, 128, 130, 134, 163[1], 164, 166, 167, 188, 189, 190, 213, 214, 219, 223. O 'TRATADO DA ESFERA' DE....: 15-34. — Dados biográficos de...: 15-6.
Nuremberga: 43, 74.
Núvens de Magalhães — Vide Magalhães, Núvens de.

Observatório Astronómico de Lisboa: 7, 211.
Observatório Astronómico [da Universidade de Coimbra]: 22, 32, 33, 41, 64, 68[1], 164. Observatório Campos Rodrigues: 211.
Observatório de Palermo: 217[1].
Observatório de Uranienburgo: 75.
Oceano: 12, *99, *131, 139, *146, 156, 190,*194.
Occidente: 16, 42, 87, *131, 139.
Oitava Esfera, Movimento da: 35-46.
Olimpo: 138, *193, *216.
Oliveira, Bento José de: 56[1], 59.
Oom, Frederico: 7, 211.
OPERA OMNIA, de Antonio C. Sabelico: 78[1].
Orfeu: 91.
ORLANDO FURIOSO, de Ariosto: 51.
Oriente: 16, 42, 54, 87, *127, 137, 138.
*Orionte (Constelação): 91, 115, 160.
Oroncio Fineu: Vide Fineu, Oroncio.
Orsogna, Rizzacasa d': 195, 217, 260, 261, 262, 263, 266, 267, 271.
Orta, Garcia de: 142.
Ortiz, D. Diogo: 188.
Ouro, Rio do: 145.
Ovídio: 54, 129, 156, 157, 158, 159.

Paiva, António da Costa (Barão de Castelo de Paiva): 102, 102[1], 145[1].
**Palmas*, Cabo das: 146.
Palmela, Duques de: 203.
**Palmela*: 141.
PARÁFRASE DAS FÍSICAS DE ARISTÓTELES, de Temistius: 79[1].
PARAÍSO (O), de Dante: 13, 35, 52, 221, 229, 245.
Paris: 19, 20, 21, 23, 45, 234.
Páscoa: 104, 126.
Pássaro da Índia (Constelação): 206.
Patagões: 215.
Patagónia, Costa da: 215.
Peixes (Signo): 123, 125[1], 127, 239, 242, 256, 257, 264, 269.
Pereira, Francisco Maria Esteves: 33.
Persia: 213, 249, 252.
Pérsico, Golfo: 12
Phebo — Vide Febo.
PHILOSOPHIAE NATURALIS PRINCIPIA MATHEMATICA, de Isaac Newton: 76.
*Phlegon: 104.
Pigafetta: 199, 212.
Pimentel, Manuel: 175.
Pina, Rui de: 115.
Pio, Antonino: 243.
Pitágoras: 43.
Pitagóricos: 71.
Planeta: *4, 16, 48, *48, 50, 56, 57, 58, *59, *92, *107, *120, *141, *171.
Platão: 69, 71. `
Platonico, Ano: 148.
Pléiades (Constelação 159, 160.
Plínio: 139, 210[1].
Poincaré, Henri: 65[1].
Polar (Estrela): — Vide Estrela do Norte.
Polux, Castor e (Fogo de Santelmo): 12.
*Pompeyo: 133.
Portugal: 1, 15, 99, 100, 136, 155, 167, 169, 171, 172, 187, 188.
Portugueses: 13, 79, 80, 130, 133, 136, 139, 141, 142, 144, 190, 195, 199, 211, 213, 214, 253.
Praga: 75.
***Prometeo**: 98.
PROSAS, de João de Deus: 159[2].
Ptolomeu, Claudio: 3, 4, 5, 13, 18, 19, 21, 22, 24, 32, 37, 42, 71, 72, 73, 74[1], 76, 78, 83[1], 94, 134, 176, 189, 192, 196, 197, 198, 199, 210[1], 218, 219, 220, 223, 234, 243, 244, 245, 246, 251, 252, 254, 260, 261, 267, 268.
Puerbach, G.: 21, 23, 24, 28, 30, 32, 37, 40, 78.
Purbáquio, G. — Vide Puerbach, G.
PURGATÓRIO, de Dante: 195, 196, 208, 217, 235, 237, 238, 240, 242.
*Pyrois: 104.

QUAESTIONES NOVÆ IN LIBELLUM DE SPHAERA JOANNIS DE SACRO BOSCO, de A. Bicardo: 88.
Quinta essencia: 61, 831, 84.

Rafael (Nau S.): 113, 127, 145.
Ramusio, G. B.; 199[2], 211, 212.
Real Bibliotheca da Ajuda: 204[2].
Rebelo, J. I. de Brito: 190[1], 200, 201, 201[2].
Regimento: 2, 3, 58, 170, 173, 184, 186, 189, 190 — ... de Afonso X: 183. — ... da altura do pólo ao meio dia: 148, 184, 189. — ... do astrolábio: 169. — ... do Cruzeiro do Sul: 148, 202. — ... da Estrela do Norte: 148, 150, 158, 189. — ... das horas na noite pela Estrela do Norte: 152.
REGIMENTO .... da Biblioteca de Munique: 3, 169, 170, 186, 188. — .... da Biblioteca de Évora: 3, 170, 173.
REGIMENTO DE NAVEGACION, de Pedro de Medina: 175.
Regiomontano — Vide Monterrégio, João de.

Rinaldo (ou Reinaldo): 51, 52.
Reisch, Gregório: 34.
Renascença: 73.
Reno, Rio: 13.
REPORTÓRIO DOS TEMPOS, de André do Avelar: 3, 40, 50, 90, 93, 97, 117, 123, 137, 141, 147[1], 154[1], 238.
REPORTÓRIO DOS TEMPOS, de Valentim Fernandes: 3, 118, 119, 122, 125, 126, 140. REPUBLICA (DE), de Cicero: 52.
REUOLUTIONIBUS (DE) ORBIUM COELESTIUM, de Nicolau Copérnico: 3, 43, 74.
Resende, Garcia de: 100.
Rício, A.: 40.
Rico y Sinobas: 21, 49, 181, 262[1].
Rifeus, Montes: 136, *136.
Rodes: 135, 136.
Rodrigo, Mestre: 187, 188.
Rodrigues, José Maria: 7, 59, 78, 87[1], 114, 161.
Rogers, Francis M.: 140[3].
Roma: *118. Clima de ...: 135, 136.
ROTEIRO DO MAR ROXO, de D. João de Castro: 121.
ROTEIRO DE LISBOA A GOA, de D. João de Castro: 121[1], 146[1], 163[1], 165[1], 166.
ROTEIRO DA VIAGEM DE VASCO DA GAMA, de Álvaro Velho: 102[1], 103[1], 104, 106, 111, 113, 127, 145[1], 172.

Sabélico, António C.: 78, 79.
Sábio, Rei Afonso o — Vide Afonso X (de Castela), Rei.
Sabokt, Severo: 176.
Sacrobosco, João de: 2, 3, 16, 19, 20, 21, 25, 35, 36, 63, 65, 68, 66[1], 82, 85, 86, 88, 130, 133, 134, 135, 136, 176, 214, 219, 222, 238.
Sacro Busto — Vide Sacrobosco, João de.
Sal, Ilha do: 146.
Salado, Batalha do: 114.
Salamanca: 143, 188.
Samorano, Rodrigo: 161, 167.
Samorim: 214.
Santa Cruz, Terras de: 13.
Santa Maria, Praia de: 146.
Santelmo, Fogo de: 12.
Santiago, Ilha: 6, 146, 158.
Santo Estevão, Gomes de: 140[3].
Santa Helena, Angra de: 4, 6, 102, 102[2], 106, 107, 108, 110, 147, 148, 158, 170, 172. **Sesimbra*: 141.
Saturno, Planeta: 20, 30, 31, 36, 50, 81, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 114, 119, 140, 218, 220, 224.
Schlegel, Frederico: 11.
Scorpius (Signo): 123, 173.
Setentrião: 156, 157.
Sete-estrelo: 159, 159[1], 160.
Sevilha: 3, 43, 161, 207.
Sicília: 229.
Siene: 133, *133, 134, 135, *235.
Signos do Zodíaco: 122-8.
Silva, A. de Morais: 56.
Silva, Luciano Pereira da: 103[1].
Simplício: 83[1].
Sinobas, Rico y — Vide Rico y Sinobas.
Sírio (Estrela): 54, 220.
Sismondi: 13.
Sistema do Mundo (Segundo Ptolomeu e Puerbach): 21-30, 71-100.
Sol: *2, 3, 16, 20, 21, 23, 24, 25, 27[1], 28, 29, 30, 31, 32, 36, 38, *43, 44, *47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 71, 72, 73, 74, 75, 78, *86, 86, 87, 88, 89, 91, 93, 94, 96, 97, 99, 100, 101, *101, *104, 105, 108, 112, *114, 115, *115, 116, 117, 123, 125, *125, 126, 127, *130, *132, 133, 134, 137, 140, 147, 148, *160, 161, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 172, 173, 180, 181, 183, 184, 185, 186, 188, 189, 193, 220, *221, 222, *235, 237, 238, 239, 240, 242, 243. — Deferente do ....: 24, 25, 28.
SONHO DE SCIPIÃO, de Cícero, 52.
Sordelo: 240, 241, 242.
Sousa, Faria e: 53, 78, 86, 106[1].
SPHAERA UTRIUSQUE TABELA, de André do Avelar: 51[1].
SPERA THEOLOGICA CHRISTIANA, & DIUINA, de M. Mauro Florentino — Vide Annotioni sopra la lettione dela Spera del Sacrobosco.
SPHAERA MUNDI (DE), de João de Sacrobosco: 2, 3, 16, 19, 20, 21, 22, 24, 35-6, 37, 65, 66, 68, 82-4, 85, 86, 175, 194[1], 219.
STELLA (DE) MARTIS, de Kepler: 28, 75.
STERNTAFELN VON 4000 VOR CHR. BIS ZUR GEGENWART, de P. Neugebauer: 157[1], 196[2].
SUPPLEMENTUM HISTORIARUM AB ORBE CONDITIO, de M. Antonii Cocii Sabellici: 78.
Syene. Vide Siene.
SYSTEME (LE) DU MONDE, HISTOIRE DES DOCTRINES COSMOLOGIQUES DE PLATON A COPERNIC, de Pierre Duhern: 80[1], 83[1].

TABULAE DIRECTIONUM PROFECTIONUMQUE de Monterregio: 188.
Tábuas (dos Planetas): 180, 181, 183, 186. .... Afonsinas: 20. .... de declinações (de Zacuto): 186. .... da equação do Sol: 186. .... do Sol: 185, 186, 187. .... Rudolfinas: 76. **Trapobana:* 100. Vide Trapobana.
Taurus (Signo): 54, 115, 123, 126, 159.
Teixeira, F. Gomes: 7.
Tejo, Rio: 145, 158.
Temistius: 8, 79[1].
Teodosio: 62, 63, 175, 176[1].
Teórica: 23 — ... do Sol: 16, 28, 32, 37. — ... da Lua: 16, 25, 32.

Terra: 13, 20, 24, 25, 28, 29, 35, 46, 48, 61, 63, 71, 72, 73, 74, 75, 80, 83[1], 87[2], 88, 89, 93, 96, *99, 101, 130, 134, 135, 140[2], 146, 148, 175, 191, 194, 203, 223, 224, 225, 227, 228, 232, 233, 234, 236, 254, 266, 270.
Tétis: 6, 13, 31, 45, 61, 63, 65, 71, *77, 96, *114, 156.
Thebit ben Chora: 18, 40.
Themistius — Vide Temistius.
Theodosio: — Vide Teodosio.
THEORICAE NOVAE PLANETARUM, de G. Puerbach: 19, 21, 21[1], 22, 23, 25, 38, 40, 78.
Ticho-Brahe: 18, 74, 75.
***Tifêo**: 127.
**Tingitana*, Terra: 141.
Toledo: 20, 183.
Tormentório, Cabo: 102, 137 — Vide Boa Esperança, Cabo da.
TOURO (Signo): Vide Taurus.
Trapezuntius: 19.
Trapezonda: 141.
Trapobana: 213.
TRATADO DA AGULHA, de João de Lisboa: 190, 200, 204, 206. 210, 212, 271.
TRATADO EM DEFENSAM DA CARTA DE MAREAR, de Pedro Nunes: 33, 79, 167, 189, 190.
TRATADO DE MECANICA CELESTE, de Laplace: 76.
TRATADO DO ASTROLÁBIO, de Sabokt: 181.
TRATADO DA SPHERA, de Pedro Nunes: 2, 3, 16, 19, 25, 32, 33, 34, 35, 37, 54, 58, 61, 85, 94, 128, 131, 132, 133, 134, 163[1], 167, 176[1]. — Vide SPHAERA MUNDI (DE).
Trepidação da esfera celeste: 18-9.
Triângulo (Constelação): 206, 211, 212.
Trismegisto, Hermes: 69.
Tristão, Nuno: 137.
*Tropico: 130, 159. 230.
Turim: 196.

Ulisses: 230, 231.
Universidade: 234 — ... de Coimbra: 3, 5, 7, 15, 16, 19, 33, 68, 69. ... de Lisboa: 15, 16. ... de Oxford: 19. ... de Palermo: 195. ... Portuguesa: 15. ... de Salamanca: 15, 108. ... de Tolosa: 76.
Universo: 71, 75, 78, 79, 82, 83[1].
Ursa maior (Constelação): 91, 149, 156, 157, 158, 159, 205, 209, 212, 228, 229, 230.
Ursa menor (Constelação): 91, 147, 147[2], 149, 150, 152, 154, 155, 157, 158, 159, 190, 203, 233, 234.
Ursas: 133, 155, 156, 157, 158, 212, 235.

VASCO DA GAMA AND HIS SUCESSORS, de K. G. Jayne: 1[1].
Vega (Estrela): 150.
Vela (Constelação): 211.
Veloso, Ferrão: 122.
Veneza: 22, 68, 108.
Venus (Planeta): 3, 20, 21, 24, 28, 30, 36, 72, 83[1], 91, 94, 95, 96, 114, 115, 140, 219, 220, 221. — Venus (Deusa): 13, 30, *91, 141, *141.
Vera Cruz, Terra de: 161, 204, 271.
VERDADEIRA HISTÓRIA DO INFANTE D. PEDRO DE PORTUGAL, por Gomes de Santo Estêvão: 140[3].
Verde, Cabo: 137, 145, 148, 155, 158.
Virgílio: 54, 55, 129, 160, 195, 229, 235, 237, 238, 240, 241, 242, 258, 263, 266.
Vermelho (Mar): 12. — Vide Roxo, Mar.
Vespúcio, Américo: 206, 207, 208, 209, 210, 211, 248, 271.
VITA E LETTERE, de Américo Vespúcio: 207.
Vicente, Gil: 57.
Viena: 21.
Vineto, E.: 20, 68.
Virgem (Signo): 57, 123, 125.
Viriato: 120.
Visconti, Nino: 241, 242.
Viterbo, Sousa: 204[1].
Vizinho, José: 108, 187, 188.

Xenarco: 83[1].

Zacuto, Abraham 4, 108, 109, 111, 125[1], 185, 186, 187, 188.
Zodíaco: 5, 29, 90, 101, 122, 123.
Zodíaco (Signos do): — Vide Signos do Zodíaco.
Zonas da Terra: 128-31.

ÍNDICE REMISSIVO DAS ESTÂNCIAS COMENTADAS EM *A ASTRONOMIA DE «OS LUSÍADAS»*

		Págs.
Canto I, Estância	1	100
»	8	101, 193
»	21	91, 235
»	27	138
»	33	141
»	42	127
»	50	112
»	56	101, 112
»	58	53, 112
»	59	101
»	65	194
Canto I, Estância	1	48, 191, 120
»	33	30, 48
»	60	51, 52, 114, 121
»	63	132
»	66	113
»	68	104
»	72	87, 126
»	85	191
»	90	58
»	92	87, 102
»	105	160
»	109	136
Canto I, Estância	6	131
»	7	136
»	19	58, 141
»	20	99
»	22	64, 118
»	30	64
»	59	105
»	65	141
»	71	133, 235
»	111	87
»	115	114
Canto I, Estância	27	125
»	67	55, 102
»	75	55
»	76	136
»	85	193, 216
Canto I, Estância	2	116, 127
»	4	190
»	7	130
Canto V, Estância	9	146
»	12	146
»	13	130
»	14	5, 192, 195, 271
»	15	133, 156, 158
»	17	12, 143
»	18	143
»	19	143
»	22	12, 144
»	23	142, 261
»	24	4, 48, 56, 59 92, 107, 171,
»	25	171, 181, 186
»	26	171, 174
»	27	131, 173
»	37	102, 138
»	38	137
»	61	104
»	67	139
»	78	127
»	84	128
Canto VI, Estância	10	98
»	11	98
»	12	98
»	38	121
»	39	122
»	47	142
»	84	45
»	85	47, 115
»	97	214
Canto VII, Estância	14	193
»	60	53, 87, 99, 119
»	61	132
Canto VIII, Estância	32	99
»	67	213
»	71	191
»	72	159, 214, 230
Canto IX, Estância	17	191
Canto X, Estância	75	77
»	76	77
»	77	61, 77
»	78	31, 61, 62, 80, 84, 82

		Págs.			Págs.
Canto X, Estância	79	. . . . . 63, 82	Canto X, Estância	89	. . . . . 28, 91, 96
»	80	. . . . . 9, 68, 69, 84	»	90	. . . . . 31, 96
»	81	 85	»	91	 99
»	85	. . . . 43, 81, 85, 118	»	95	 135
»	86	. . . . 43, 86, 88, 117, 219, 221	»	129	 130
»	87	. . 28, 44, 51, 89, 122	»	139	 156
»	88	. . . . . 91, 229	»	140	 215
			»	141	 215

TÁBUA DAS MATÉRIAS

		Págs.
Prefácio		1-7
I.	Camões apreciado por Alexandre von Humboldt	11-12
II.	O *Tratado da Sphera* de Pedro Nunes	15-34
III.	O Triplo Movimento da Oitava Esfera	35-46
IV.	As Estrelas	47-59
V.	A Esfera	61-69
VI.	A Grande Máquina do Mundo	71-100
VII.	O Zodíaco	101-144
VIII.	O Astrolábio	145-188
IX.	Novo Céu	189-216
X.	A Astronomia em Dante e Camões	217-272